

Trabajo de Fin de Máster

La influencia del ferrocarril en el crecimiento urbano: el caso de Colmenar Viejo (Madrid)



Alumno: Andrés Arístegui Cortijo

Tutora: Dra. María Eugenia Pérez González



Universidad Complutense de Madrid

Máster en Tecnologías de la Información Geográfica

Junio 2013

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a Eugenia Pérez por su disponibilidad para discutir los distintos detalles de este Trabajo, y por el estímulo que me ha proporcionado a lo largo de todo el proceso de elaboración.

Asimismo, quiero dar las gracias al Instituto Geográfico Nacional, especialmente al Servicio de Documentación y sus colaboradores, Francisco Dávila, Elena Camacho, Raúl Bonilla, Concepción Camarero, Esteban Escolano, Enrique Rojo, Carmen Rimón, y el resto de personal del Servicio, por su amabilidad a la hora de proporcionarme algunos de los documentos que se analizan en este Trabajo, y por su incesante apoyo para que este proyecto haya podido llevarse a cabo.

RESUMEN

La influencia del ferrocarril en el crecimiento urbano: el caso de Colmenar Viejo (Madrid)

Este Trabajo está dedicado, en general, al crecimiento experimentado en el último siglo por un núcleo urbano del Área Metropolitana de Madrid –Colmenar Viejo-, y, en particular, a la influencia que ha ejercido el ferrocarril sobre dicho crecimiento.

Para su desarrollo, se emplea cartografía generada mediante diversas tecnologías de la información geográfica –topografía clásica, fotogrametría y teledetección- que es tratada mediante dos sistemas de información geográfica distintos.

Las conclusiones extraídas son, en primer lugar, que el crecimiento de Colmenar Viejo ha sido constante, ha registrado aumentos exponenciales, y ha seguido pautas similares a otros municipios españoles afectados por procesos metropolitanos. En segundo lugar, se concluye que el ferrocarril ha tenido una influencia desigual en función de las características del servicio ferroviario ofrecido. Por último, se plantea que el estudio sea profundizado en una futura Tesis Doctoral.

ABSTRACT

The influence of railroads on urban growth: the case of Colmenar Viejo / Madrid (Spain)

This paper deals, on the one hand, with the urban growth registered during the last century at a town located in the outskirts of Madrid (Colmenar Viejo), and, on the other hand, with the influence that the railway system has had on this growth.

In order to carry out this project, several maps and images created using different geographical information techniques – topography, photogrammetry and remote sensing- are used, and two different geographical information systems are applied.

This paper concludes, first of all, that the urban growth in Colmenar Viejo has been steady, has registered exponential increases, and has followed similar patterns to other Spanish towns influenced by metropolitan processes. The second conclusion is that the railway system has been uneven in determining urban growth, depending on the railway service offered. Lastly, the content of this project will be treated in greater depth in a future PhD Thesis.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Einfluss der Eisenbahn auf städtisches Wachstum am Beispiel von Colmenar Viejo / Madrid (Spanien)

Mit der vorliegenden Arbeit soll das urbane Wachstum von Colmenar Viejo, einem Vorort von Madrid, im letzten Jahrhundert analysiert werden. Dabei soll besonders auf den Einfluss der Eisenbahnanbindung auf diesem Wachstum eingegangen werden.

Für die Arbeit werden verschiedene geographische Informationen bearbeitet - Topographische Karten, Photogrammetrie und Fernerkundung-. Hierbei kommen zwei unterschiedliche Geographischen Informationssysteme zur Anwendung.

Die erste Schlussfolgerung der Arbeit ist, dass das Wachstum in Colmenar Viejo stabil gewesen ist, exponentiell zugenommen hat und es ähnliche Muster aufweist wie andere spanische Städte in metropolitanen Räumen. Die zweite Schlussfolgerung ist, dass die Eisenbahnanbindung einen ungleichmäßigen Einfluss auf das städtische Wachstum hat, abhängig davon welcher Eisenbahn-Service angeboten wird. Es ist geplant, das Thema in einer zukünftigen Doktorarbeit zu vertiefen.

ÍNDICE

1. Introducción	1
1.1. Planteamiento del tema	1
1.2. Objetivos	1
1.2.1. Objetivo principal	1
1.2.2. Objetivos secundarios	2
1.3. Hipótesis de investigación	2
1.4. Estructura del trabajo	2
 2. Antecedentes	 3
2.1. Historia Urbana	3
2.2. Crecimiento urbano en España	4
2.3. Ferrocarriles de Colmenar	5
 3. Características del área de estudio	 7
 4. Fuentes	 9
4.1. Recursos informáticos	9
4.2. Cartografía utilizada para observar el desarrollo del crecimiento urbano	9
4.2.1. Cartografía generada mediante topografía clásica	9
4.2.1.1. Topografía Catastral de España (1860-70)	10
4.2.1.2. Trabajos previos para la elaboración del MTN50 (1871-1945)	12
4.2.1.3. Mapa Nacional Topográfico Parcelario (1949-1952)	14
4.2.2. Vuelos fotogramétricos	16
4.2.3. Imágenes de satélite	17
4.3. Cartografía auxiliar	18
4.3.1. Mapa vectorial poligonal de parcelas del Catastro de Urbana	18
4.3.2. Ortofoto digital de máxima actualidad	19
4.3.3. Mapa Topográfico Nacional (MTN)	20
4.4. Otras fuentes	21
4.4.1. Estadísticas de población	21
4.4.2. Cuadernos topográficos de campo y Actas de deslinde del municipio	22
4.4.3. Fichero de superficies y territorios mancomunados de España	22
4.4.4. Nomenclátor	22
 5. Metodología	 23
5.1. Elección del núcleo urbano	23
5.2. Obtención de la documentación	23
5.3. Preparación de la cartografía	24
5.3.1. Conversión al datum ETRS 89 – proyección UTM huso 30 zona T	24
5.3.2. Georreferenciación de la cartografía adquirida en formato de imagen o en soporte papel	24
5.3.2.1. Topografía Catastral de España	25
5.3.2.2. Trabajos previos del MTN50	27
5.3.2.3. Mapa Nacional Topográfico Parcelario	28
5.3.2.4. Fotogramas	29
5.3.3. Capas en formato vectorial de las dos estaciones de ferrocarril	29

5.4. Salida de campo	29
5.5. Crecimiento urbano	30
5.5.1. Elaboración de la cartografía	30
5.5.2. Análisis del crecimiento	31
5.6. Análisis de la influencia del ferrocarril sobre el crecimiento urbano	32
5.6.1. Tendencia central	32
5.6.2. Distancia entre las estaciones y la mancha urbana	32
5.6.3. Análisis de <i>búffer</i> múltiple	33
6. Resultados	34
6.1. Variación individual de cada variable a lo largo de la serie temporal completa	34
6.1.1. Crecimiento urbano	34
6.1.2. Análisis de la influencia del ferrocarril sobre el crecimiento urbano	36
6.1.2.1. Tendencia Central	36
6.1.2.2. Distancia entre las estaciones y la mancha urbana	38
6.1.2.3. Análisis de <i>búffer</i> múltiple	40
6.2. Variación del conjunto de las variables para cada uno de los períodos temporales	43
6.2.1. Período 1870-1918	43
6.2.2. Período 1918-1952	43
6.2.3. Período 1952-1968	43
6.2.4. Período 1968-1979	44
6.2.5. Período 1979-1983	44
6.2.6. Período 1983-1991	45
6.2.7. Período 1991-2002	45
6.2.8. Período 2002-2011	45
7. Futuras líneas de investigación	46
8. Conclusiones	48
9. Referencias	49

ABREVIACIONES

COPLACO	Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid
ED 50	European Datum 1950
ETRS 89	European Terrestrial Reference System 1989
EUREF	Subcomisión sobre el Marco de Referencia Regional para Europa de la IAG
GIS	Sistemas de Información Geográfica
IAG	Asociación Internacional de Geodesia
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IGN-CNIG	Instituto Geográfico Nacional – Centro Nacional de Información Geográfica
INE	Instituto Nacional de Estadística
MTN	Mapa Topográfico Nacional
MTN25	Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000
MTN50	Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000
TIG	Tecnologías de la Información Geográfica
UTM	Universal Transversa de Mercator

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del tema

La sociedad industrial y postindustrial del último siglo y medio ha experimentado en Europa cambios demográficos significativos. Por una parte, el crecimiento vegetativo ha supuesto un importante aumento de la población en todos los Estados. Por otra parte, la construcción de potentes infraestructuras de transporte ha posibilitado una variación considerable en la distribución de esa población creciente, pues ha facilitado tanto migraciones permanentes en distancias largas, como desplazamientos rutinarios en distancias medias y cortas.

Estos cambios demográficos han comportado relevantes cambios en los usos y cubiertas del suelo. Dentro de ellos, los que mejor reflejan sobre el territorio las dinámicas y pautas de comportamiento de la sociedad son los que afectan a las superficies artificiales. Estos procesos han tenido especial relevancia en las grandes ciudades europeas, como Madrid, ya que las zonas urbanizadas han experimentado importantes crecimientos, y en ellas se ha concentrado la mayor parte de la población, las actividades económicas, y las principales infraestructuras y equipamientos (Serrano Rodríguez, 2005).

Estudiar las causas que han motivado estos crecimientos urbanos en las grandes áreas metropolitanas constituye una rama específica dentro de varias disciplinas, pues entraña procesos complejos en los que interactúan numerosas variables y que, por consiguiente, deben ser abordados desde una perspectiva multidisciplinar.

Este trabajo analiza el crecimiento registrado durante este período por uno de los núcleos urbanos que conforman el Área Metropolitana de Madrid –Colmenar Viejo– como consecuencia del influjo de un medio de transporte –el ferrocarril–. El análisis se aborda desde la Ingeniería Cartográfica y la Geografía, y se desarrolla a partir de diversa cartografía elaborada por la Comisión de Estadística General del Reino y sus organismos sucesores, fundamentalmente el Instituto Geográfico Nacional. Basándose en las pautas seguidas en el pasado, el estudio, asimismo, trata de ofrecer alguna pista sobre las líneas que pueden seguir futuros crecimientos urbanos.

1.2. Objetivos

El Trabajo de Fin de Máster se enmarca en el plan de estudios del Máster Oficial en Tecnologías de la Información Geográfica impartido por la Facultad de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid en el curso 2012-2013. El objetivo básico del Trabajo consiste en aplicar tecnologías de la información geográfica [en adelante TIG] a la resolución de problemas que afectan al territorio. De esta manera, el Trabajo se entiende como colofón final a dicho Máster, y en él se deben poner en práctica los conocimientos aprendidos durante el curso, utilizando herramientas, diseñando procedimientos y aplicando metodologías propias de dichas tecnologías.

El Trabajo de Fin de Máster, al igual que el propio Máster, tiene una doble finalidad: profesional e investigadora. En este caso, este Trabajo se ha desarrollado en un contexto investigador, y se ha planteado como una primera aproximación al tema, que será desarrollado en mayor profundidad en una futura Tesis Doctoral.

1.2.1. Objetivo principal

Este trabajo analiza la influencia que el ferrocarril ha ejercido en los últimos 150 años sobre el crecimiento de un núcleo urbano utilizando documentos de la Comisión de Estadística General del Reino y sus organismos sucesores (Instituto Geográfico Nacional [en adelante IGN], Instituto Nacional de Estadística [en adelante INE] y Dirección General del Catastro [en adelante Catastro]). En particular, se estudia el caso concreto del núcleo urbano de Colmenar Viejo, sito en el Área Metropolitana de Madrid.

1.2.2. Objetivos secundarios

El desarrollo del objetivo principal se sustentará en la consecución de los siguientes objetivos secundarios:

- Presentar una revisión bibliográfica del objeto de estudio abordado desde múltiples disciplinas. De esta manera, se expone, por un lado, tanto la visión de conjunto como las diferencias entre las distintas ramas, y, por otro, se muestra la perspectiva multidisciplinar desde la que ha de abordarse la cuestión del crecimiento urbano. Este carácter multidisciplinar se pone de manifiesto, especialmente, en las imbricaciones que existen entre las disciplinas de la Ingeniería Cartográfica –empleo de cartografía-, la Arquitectura –estudio del urbanismo-, la Ingeniería Civil –influencia de los medios de transporte-, y la Geografía –desarrollo de estos procesos sobre un territorio concreto-. Algunos de los autores cuyas referencias bibliográficas quedan incluidas en este trabajo y las disciplinas a las que están adscritos son los siguientes:
 - Geografía: Añó Vidal, Camarero Bullón, Chuvieco Salinero, Dematteis, García Rodríguez, Gavira Golpe, Gómez Cerdá, Gutiérrez Puebla, Muro Morales, Nadal Piqué, Pérez González, Ramos García, Sánchez Díaz, Santos Preciado, Serrano Cambroner, Tomé Fernández, Urteaga González, Valera Lozano
 - Ingeniería Cartográfica: Asenjo Villar, García Lázaro, González Matesanz, Martín Asín, Mena Berrios, Sastre Domingo
 - Arquitectura: Barreiro Pereira, Bidagor Lasarte, Gaja i Diaz, García Pérez, Humanes Bustamante, Moya González, Ruiz Sánchez, Sambricio R. Echegaray, Terán Troyano
 - Ingeniería Civil: Aguilera Benavente, Cristóbal Pinto, Serrano Rodríguez
- Aplicar diversas TIG en el desarrollo del estudio:
 - Topografía Clásica
 - Fotogrametría
 - Teledetección
 - Cartografía Matemática
 - Geodesia
 - Estadística y bases de datos
 - Sistemas de Información Geográfica
- Utilizar capas de información en formatos ráster y vectorial.
- Dar a conocer algunos trabajos de la antigua Comisión de Estadística General del Reino y sus organismos sucesores, especialmente del IGN, y emplearlos como fuente para el estudio del crecimiento de núcleos urbanos.
- Relacionar el caso concreto de estudio -Colmenar Viejo- con el marco general del crecimiento urbano en España.
- Estudiar la evolución de un núcleo urbano en el pasado (tendencias y procesos espacio-temporales) como base para plantear su crecimiento urbano futuro (planificación).
- Aportar una primera aproximación al objeto de estudio, que será posteriormente tratado con mayor profundidad en la Tesis Doctoral.

1.3. Hipótesis de investigación

La hipótesis de investigación que se ha planteado *a priori* es que el ferrocarril ha sido, en general, un factor determinante en el desarrollo de los núcleos urbanos a lo largo del último siglo y medio. No obstante, dependiendo de las características del servicio ferroviario ofrecido, su influencia sobre el crecimiento urbano ha sido desigual.

1.4. Estructura del trabajo

Este trabajo se estructura del siguiente modo: en el primer epígrafe, se realiza una introducción al tema en la que se presentan los objetivos y se plantea la hipótesis de investigación *a priori*. En el segundo apartado, se expone una revisión bibliográfica de las principales cuestiones abordadas a lo largo de este proyecto. El tercer capítulo se centra en presentar el territorio en el que se aplica el análisis. En el cuarto epígrafe se muestran las fuentes empleadas en la elaboración de este trabajo. El quinto apartado versa en torno a la metodología empleada en su elaboración. En el sexto tema se presentan los resultados del análisis realizado conforme a la metodología planteada en el capítulo precedente. En el séptimo epígrafe, se proponen algunas líneas de investigación futura. En el octavo apartado se presentan las conclusiones.

2. ANTECEDENTES

En este tema se expone una revisión bibliográfica del estado de las principales cuestiones abordadas a lo largo del trabajo: el estudio de la Historia Urbana, la historia del crecimiento urbano en España, y la historia de los distintos ferrocarriles existentes en Colmenar Viejo.

2.1. Historia Urbana

La rama de estudio multidisciplinar que Fernando de Terán denomina *Urban History* (Terán Troyano, 1996), y que estudia la historia de la ciudad, apareció en los años 1950 en Estados Unidos, y maduró en la década de 1960 en Europa.

En España, Manuel de Terán planteó en 1961 un modelo de trabajo para la geografía histórica de las ciudades en el que se trataban en paralelo las variables espacio -geografía- y tiempo -historia- (Tomé Fernández, 2002). Dicho trabajo sirvió como base para posteriores investigaciones en las que se fue perfilando y afinando la aproximación al objeto de estudio. Asimismo, a lo largo de los años 1960 aparecieron varios estudios integrales de ciudades.

En la década de 1970, surgieron la corriente neopositivista y los instrumentos cuantitativos. Estas nuevas propuestas provocaron, por un lado, una mayor diversidad metodológica frente a la unidad de procedimientos previa, y, por otro lado, sumieron al estudio histórico en el descrédito por considerarlo anticuado y poco adecuado para analizar las demandas del sistema capitalista (Tomé Fernández, 2002).

En la década de 1980, sin embargo, se observó una eclosión en los estudios de historia local y regional (Otero Carvajal, 2005). Estos trabajos se abordaron desde la geografía urbana y la historia social, y, en ellos, se analizaron las bases de la actividad urbana y sus relaciones con la industria, los puertos y el ferrocarril (Tomé Fernández, 2002).

En los años 1990, el estudio histórico de la ciudad registró una cierta división que perdura hasta la actualidad. Por una parte, una rama se especializó en la consideración de la ciudad como sujeto y objeto de estudio en su variable espacial. Esta corriente surgió en el seno de las Facultades de Geografía y Arquitectura. Por otra parte, otra rama se centró en la componente social de la ciudad. Esta especialidad tuvo su origen en las Facultades de Historia. Por último, otras disciplinas abordaron el estudio de la ciudad como espacio de análisis, como en el caso de la Economía, la Demografía y la Sociología (Otero Carvajal, 2005). En todas estas ramas aparecieron durante esta década abundantes monografías históricas de ciudades o fragmentos de ellas, a veces limitadas a determinados períodos de tiempo (Terán Troyano, 1996).

Desde su aparición hasta la actualidad, la Historia Urbana ha abordado las siguientes cuestiones, siguiendo la clasificación temática recomendada por el *Deutsches Institut für Urbanistik* (Terán Troyano, 1996):

- Evolución espacial del fenómeno urbano en el territorio: sistema y jerarquía urbana, relación campo-ciudad, etc → estudiado principalmente por geógrafos y economistas.
- Organización espacial propiamente urbana, incluidos los aspectos físicos de carácter más morfológico: tipos de ciudades, formas urbanas, esquema viario, formas de desarrollo espacial, vivienda y arquitectura → analizado, sobre todo, por geógrafos, ingenieros, arquitectos e historiadores del arte.
- Población y estructura social, migraciones, empleo, recursos económicos, usos y precios del suelo, actividades y funciones económicas → observado mayoritariamente por geógrafos, economistas, demógrafos y sociólogos.
- Aspectos políticos o político-administrativos, financieros y legales → examinado fundamentalmente por geógrafos, sociólogos, historiadores y juristas.
- Planeamiento urbano y política de vivienda → abordado principalmente por geógrafos, arquitectos y juristas.
- Transporte e infraestructuras urbanas → considerado en la mayoría de los casos por geógrafos, ingenieros, economistas e historiadores.
- Historia Urbana y cartografía histórica: Valladolid (Font), Barcelona (Esteban), Donostia-San Sebastián (Font y otros), Albacete (Llés y otros), A Coruña (González Cebrián), Madrid (Alonso Pereira), etc → estudiado casi siempre por ingenieros y geógrafos.

Por consiguiente, cabe sostener que la *Urban History* incluye aportaciones heterogéneas y difícilmente comparables entre sí, abordadas desde disciplinas diferentes, en las que habitualmente no se ofrece una interpretación integrada de todas las componentes que generan el *hecho urbano* (Terán Troyano, 1996). Con toda seguridad, esto se debe a la complejidad de la

naturaleza y los procesos que construyen y transforman la ciudad, que se enmarcan en disciplinas muy diversas, resultando todas ellas imprescindibles para entender los procesos urbanos.

2.2. Crecimiento urbano en España

Desde finales del siglo XIX hasta mitad del siglo XX, los núcleos urbanos de España con una población comprendida en un rango entre 5.000 y 15.000 habitantes combinaban una relevante actividad terciaria, enfocada a prestar servicios administrativos y comerciales como cabezas de partidos judiciales a su amplia zona de influencia rural, con una importante actividad agrícola y ganadera (Otero Carvajal, 2005). Durante esta etapa, los crecimientos demográficos de estos municipios fueron constantes, pero modestos.

Durante los años 1960-75, la sociedad española experimentó cambios demográficos muy relevantes. En este período, y unidos a un proceso económico expansivo, tuvieron lugar, por un lado, un importante crecimiento vegetativo de la población, y, por otro, fuertes migraciones desde las zonas rurales hacia las áreas urbanas del país. Madrid y Barcelona se convirtieron en los grandes polos de atracción de esa población creciente, acogiendo entre ambas una cuarta parte del monto total de habitantes del Estado. En el caso de la Capital, la masiva llegada de población desde otras regiones de España desbordó los límites municipales —a pesar de haber agregado 13 municipios vecinos durante el período 1948-1954—, y comenzó a afectar a los nuevos municipios circundantes, entre los cuales se encontraba Colmenar Viejo. Esta llegada masiva de inmigrantes sin planeamiento previo se reflejó en una gran aglomeración, suma de densos núcleos urbanos y extensas periferias, que crecía sobre suelo sin equipar ni urbanizar, teniendo como único objetivo ocupar el suelo más barato posible (Gavira Golpe, 1999). El modelo territorial imperante durante esta época desarrollista planteaba, en esencia, un núcleo central dominante y una periferia subordinada dedicada fundamentalmente a usos industriales y residenciales, pero desprovista de actividades terciarias (Santos Preciado & García Lázaro, 2012). El resultado de este modelo supuso la aparición de grandes bolsas de vacío urbano, el desarrollo de notables contrastes sociales, y la saturación de las infraestructuras de transporte hasta entonces existentes. Por esta razón, en 1963 se presentó un Plan General que pretendía detener el crecimiento del municipio de Madrid, desplazando esta expansión a los 23 municipios del Área Metropolitana, de cuya correcta gestión y estructuración debía ocuparse un ente denominado Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid [en adelante COPLACO]. Sin embargo, conforme pasaron los años, la iniciativa pública estatal y municipal se fue desentendiendo del desarrollo de este Plan en lo que atañía a las inversiones en vivienda, equipamientos e infraestructuras, y permitió, en cambio, una fuerte presencia del capital privado. Todo ello dio lugar a un crecimiento descontrolado de Madrid y los pueblos de su alfoz (Humanes Bustamante, 1986).

Durante los años 1980, la crisis económica originó cambios en la dinámica y organización interna de la ciudad. La desindustrialización del Área Metropolitana motivó una merma de empleos en el sector secundario, lo cual a su vez ralentizó considerablemente el crecimiento demográfico.

Durante los años 1990 y primeros 2000, la expansión económica motivó de nuevo cambios demográficos relevantes. Sin embargo, en esta ocasión no fueron originados ni por un crecimiento vegetativo de la población española, ni por fuertes migraciones intraestatales, sino por la llegada de un volumen inusitado de inmigrantes procedentes de otros países. Estos cambios demográficos se desarrollaron en paralelo a una importante actividad inmobiliaria que engendró una expansión del espacio urbanizado sin precedentes en España (Dematteis, 1998). El sector de la construcción iba dirigido tanto a la relocalización de las actividades terciarias, como al sector de la vivienda para las clases sociales altas y medias. Sin embargo, lo más novedoso de esta época fue la aparición en las periferias de las ciudades, incluso en entornos de inferior estatus social, de un tejido residencial extensivo de baja intensidad, con predominio de la vivienda unifamiliar, que comportó una ocupación notable del suelo, y un impacto medioambiental sin precedentes (Santos Preciado & García Lázaro, 2012). Este nuevo modelo de ciudad dispersa supuso una ruptura con el modelo metropolitano anterior, y, desde un punto de vista espacial, aportó las siguientes características (Gaja i Díaz, 2004):

- Un desmedido consumo de suelo que no vino aparejado de un crecimiento demográfico igualmente importante. Esto implicó la pérdida de densidad y continuidad espacial.
- La construcción de estructuras policéntricas reticuladas o malladas, en lugar de las estructuras conformadas durante la etapa desarrollista por el núcleo principal y la periferia.
- La terciarización de esta nueva periferia, en contraposición al carácter industrial, o industrial-residencial, de la etapa anterior.
- La preponderancia del espacio de las comunicaciones y los transportes.

- La construcción de una extensa red de autovías radiales y orbitales en las áreas metropolitanas, unida al uso masivo del automóvil.
- La mejora de los medios de transporte públicos.
- El aumento de la distancia diaria de desplazamiento entre el lugar de residencia y el puesto de trabajo.

Desde el año 2008, cuando comenzó la actual crisis económica internacional, no están teniendo lugar, en general, ni crecimientos demográficos ni expansiones urbanas en las áreas metropolitanas españolas.

2.3. Ferrocarriles de Colmenar

En el término municipal de Colmenar Viejo han operado tres ferrocarriles diferentes: el tranvía Cuatro Caminos-Fuencarral-Colmenar, el ferrocarril de vía ancha directo Madrid-Burgos –primero con servicios regionales interprovinciales, y últimamente con servicios de Cercanías-, y el ferrocarril de alta velocidad de Madrid al norte de España.

En primer lugar, la Compañía Madrileña de Urbanización, siguiendo las teorías de Arturo Soria y la Ciudad Lineal, construyó a principios del siglo XX varias líneas de tranvía que comunicaban, por una parte, el centro de Madrid con algunas barriadas situadas en las afueras, como Las Ventas y Cuatro Caminos, y, por otra parte, enlazaban la Capital con algunos municipios vecinos, como Vallecas, cuya línea fue inaugurada en 1908 (Gili Ruiz, 2001b). En este segundo tipo de tranvías intermunicipales es donde debe enmarcarse el primer ferrocarril que se construyó en 1911 a Colmenar Viejo. Este tranvía, denominado popularmente *La Maquinilla*, partía de la Glorieta de Cuatro Caminos, discurría por la actual calle de Bravo Murillo, pasaba por el pueblo de Fuencarral, y llegaba a la antigua estación de Colmenar Viejo, sita a 28 km del punto de partida. El tranvía tenía una doble función: por un lado, se usaba para el transporte de viajeros; por otro lado, servía para el traslado de mercancías, básicamente piedra desde las canteras de Colmenar hasta las zonas en construcción de la ciudad de Madrid. En 1925, el tramo entre Cuatro Caminos y Fuencarral fue cerrado al tráfico, pasando los trenes a finalizar su trayecto en esta segunda estación. En 1941, el Estado pasó a ser propietario de este ferrocarril, lo cual influyó en el cambio al ancho de vía ibérico en 1942, posibilitando la introducción de locomotoras diésel y coches de mayor porte que resultaban excedentarios en otros ferrocarriles estatales (Esteve García & Bravo Fernández, 2007). Sin embargo, esta línea resultaba, por una parte, notoriamente deficitaria en una época de importantes penurias económicas, y, por otra parte, redundante con respecto al nuevo ferrocarril en construcción Madrid-Burgos -que se describirá a continuación-, por lo que fue finalmente clausurada en 1955.

En segundo lugar, y en paralelo a este primer tranvía, la burguesía demandaba al Estado en los años 1920 la construcción de una red de ferrocarriles que enlazase Madrid con las sierras de Gredos, Guadarrama y Jarama, al entenderse en aquella época que el ferrocarril resultaba indispensable para cualquier iniciativa de desarrollo económico (Barreiro Pereira, 1991). El Plan General de Extensión de Madrid de 1931 concebía el ferrocarril como un modo de transporte esencial, y planteaba construir un servicio de Cercanías “que fuera la base más firme del grandioso Madrid futuro”, suprimiendo las diferencias entre líneas ferroviarias principales y secundarias (Sambricio R Echegaray & Lopezosa Aparicio, 2002). Para desarrollar este servicio, el Plan proponía la construcción de un túnel entre Atocha y el Hipódromo –actual Nuevos Ministerios- que conectase las grandes líneas con el fin de crear un sistema de transporte barato que enlazase el núcleo central de Madrid con núcleos secundarios tan alejados entonces como Colmenar Viejo. El Plan Besteiro de 1939 afirmaba que “la línea importante que hay en construcción es la del ferrocarril directo de Madrid a Burgos (...), que tiene su origen en (...) la Estación de Madrid-Chamartín (...). El ferrocarril de Madrid-Burgos (...) está construido con todos sus edificios, túneles, etc., desde el viaducto sobre el río Lozoya, en las proximidades de Gargantilla, hasta Somosierra, provincia de Madrid, y llegando luego hasta el propio Burgos. Falta sólo por construir el trozo comprendido entre el kilómetro 15 de la carretera de Fuencarral a Colmenar y el viaducto antes citado, pasando por las proximidades de los pueblos de Chozas de la Sierra [actual Soto del Real], Miraflores, Bustarviejo y Canencia. Este proyecto está ya aprobado por la Superioridad, a falta de subastarlo para su construcción” (Besteiro *coord.*, 1939). Es decir, en 1939 estaba ya concluido todo el trazado de la línea ferroviaria directa de ancho ibérico de Madrid a Burgos, excepto el tramo que afectaba al término municipal de Colmenar Viejo. Por su parte, el Plan Bidagor planteaba en 1943 que “la nueva estación de Chamartín recogerá todas las líneas actuales del Norte, mediante la desviación (en construcción) Las Matas-Fuencarral, que empalma con la entrada del directo, también en construcción, Madrid-Burgos” (Bidagor Lasarte *coord.*, 1943). Sin embargo, la profunda crisis económica de la posguerra y autarquía franquista demoraron la finalización de la obra casi treinta años hasta que, en 1967, se abrió al tráfico la estación provisional de Madrid-Chamartín. Poco después, el 4 de julio de 1968 se inauguró la línea directa Madrid-Burgos (Esteve García & Bravo Fernández, 2007), poniendo fin a 13 años de ausencia de servicio ferroviario en Colmenar Viejo desde el cierre de *La Maquinilla* en 1955. Tres años más tarde quedó finalmente inaugurado el edificio definitivo de la Estación de Chamartín, que fue diseñado por Corrales, Vázquez Molezún, Olalquiaga y Pruneda (García Pérez *coord.*, 2002). El

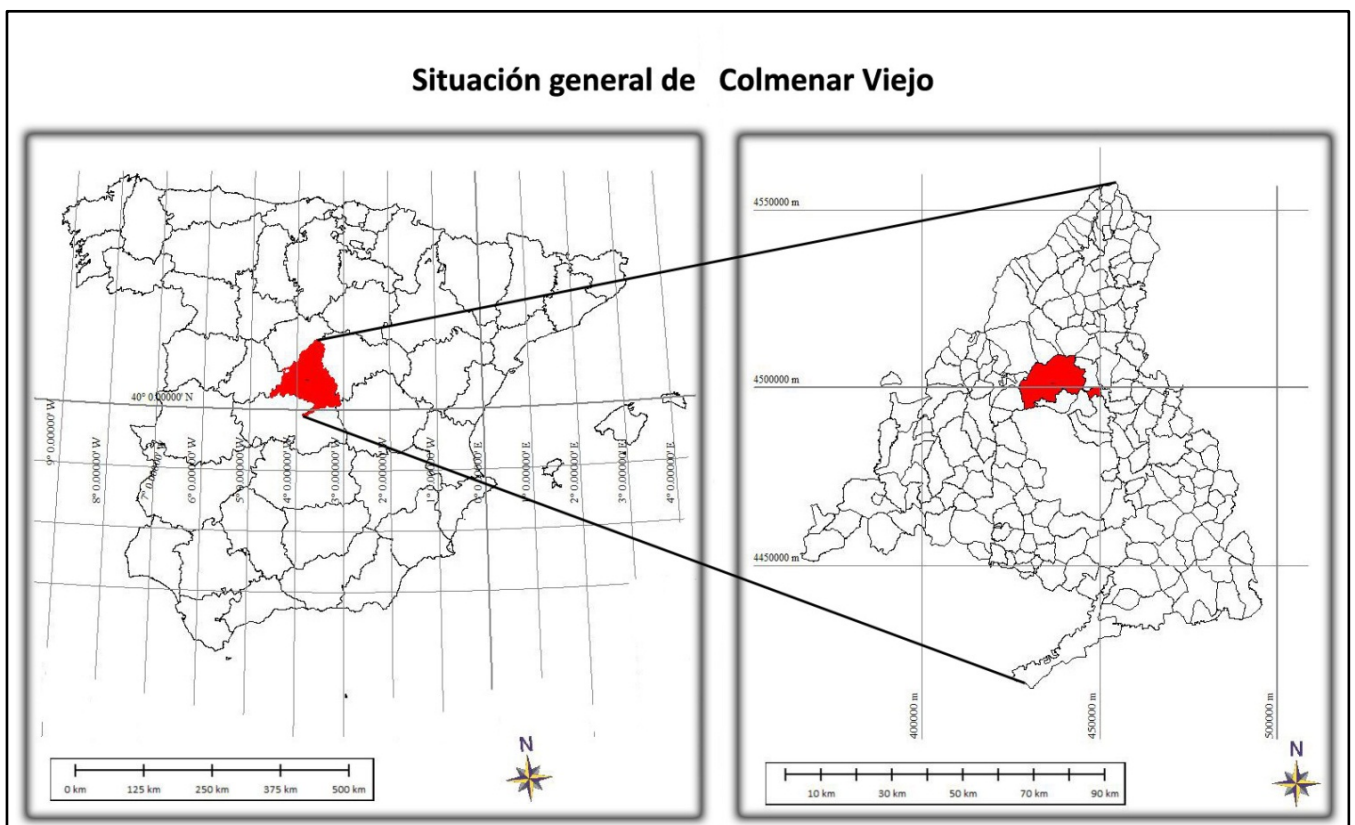
servicio ferroviario de esta vía hasta Burgos y París se mantuvo en funcionamiento con el uso de trenes diésel desde su inauguración, en 1968, hasta 1998, realizando algunas de estas expediciones una parada intermedia en Colmenar Viejo. A partir de los años 1960, se produjo en España un fuerte aumento de la movilidad en todas las grandes ciudades, incluido Madrid, multiplicándose los flujos diarios tanto en el interior de la ciudad, como entre ésta y la corona metropolitana (González Esteban, 2001). Sin embargo, a finales de los años 1970 no existía todavía en Madrid una red moderna de Cercanías con altas frecuencias de tránsito (Ruiz Sánchez, 1999), lo cual suponía que el tráfico ferroviario entre Madrid y Colmenar dependiese durante estos años de servicios regionales interprovinciales.

A principios de los años 1990 se interrumpieron todas las paradas intermedias de los trenes que partían de Madrid con destino Burgos, por lo que Colmenar Viejo vio nuevamente interrumpido el servicio ferroviario en su término municipal durante diez años. Sin embargo, en el año 2002, y utilizando la misma infraestructura del ferrocarril de ancho ibérico de Burgos, se prolongaron hasta Colmenar las dos líneas de Cercanías que prestaban servicio a Tres Cantos. De esta manera, el pueblo quedó finalmente imbricado en el servicio metropolitano de Madrid, disponiendo hasta la actualidad de unas frecuencias y tarifas propias de un moderno servicio de Cercanías.

Por último, en el año 2007 se inauguró la línea de alta velocidad entre Madrid y el norte de España pasando por Valladolid. Esta línea discurre por el término municipal de Colmenar Viejo y pasa a menos de 4 km de su núcleo urbano. Sin embargo, dado que no tiene parada en Colmenar, no será tenida en cuenta en este trabajo, pues se entiende que no ejerce influencia alguna como factor de movilidad habitual de su población, y, por tanto, como originario del crecimiento urbano que se pretende analizar.

3. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

El término municipal de Colmenar Viejo está situado en el centro de la España peninsular. Hasta finales del siglo XVIII, Colmenar y todos los pueblos de su comarca pertenecieron a la provincia de Guadalajara. Sin embargo, por Real Orden de 8 de diciembre de 1799, el partido judicial de Colmenar pasó a formar parte de la provincia de Madrid. Posteriormente, al abrigo del proceso de reformas administrativas decretadas por el Gobierno de Cea Bermúdez, con Javier de Burgos como Ministro de Fomento, la división administrativa de la provincia de Madrid quedó modificada y determinada por el Decreto de Demarcaciones Judiciales de 26 de enero de 1834. Este Decreto dividía la provincia en trece partidos judiciales –seis en la capital y siete en el resto del territorio-, y asignaba a Colmenar Viejo la capitalidad de uno de estos partidos judiciales (Gili Ruiz, 2001a). De esta manera, Colmenar Viejo permaneció como cabecera comarcal y capital de su partido hasta la constitución de la Comunidad Autónoma de Madrid en 1983, cuando esta organización administrativa desapareció.



Mapa de la situación de Colmenar Viejo en la Comunidad de Madrid (derecha), y de ésta en el conjunto de España (izquierda)

Fuente: Instituto Geográfico Nacional

Actualmente, el término municipal de Colmenar Viejo tiene una superficie de 182,56 km², un perímetro de 88,83 km (Fuente: IGN - Servicio de Delimitaciones Territoriales), y una forma aproximadamente ovalada en torno al núcleo urbano principal -a excepción de un brazo que sobresale en su extremo oriental y se extiende hasta el río Guadalix-. Sus límites quedan definidos por los cuadernos topográficos de campo y las actas de deslinde que obran en poder del Archivo Topográfico del IGN. Estas actas datan de la década comprendida entre 1869 y 1879, si bien fueron actualizadas en los años 1955-1956, y han sido puestas al día conforme a los cánones cartográficos actuales entre 1991 y 2001. El término municipal de Colmenar Viejo limita al norte con Soto del Real [antiguamente Chozas de la Sierra], Miraflores de la Sierra y Guadalix de la Sierra; al sur con San Sebastián de los Reyes [incluido su anejo La Pesadilla], Madrid [antiguamente El Pardo, incluido su anejo El Bosque de Viñuelas, anexionados ambos a la Capital en 1950] y Tres Cantos [segregado de Colmenar Viejo en 1991]; al este con Pedrezuela, San Agustín de Guadalix y Algete; y al oeste con Manzanares el Real, Hoyo de Manzanares, Becerril de la Sierra [en su pertenencia Navahuerta] y El Boalo [en su pertenencia El Zahurdón].

El término municipal de Colmenar Viejo tiene actualmente tres áreas urbanizadas (Fuente: IGN – Servicio de Nomenclátor y Nombres Geográficos). En primer lugar, alberga el núcleo urbano principal, situado a 34 km al norte de la ciudad de Madrid en las coordenadas $x = 435.300$ m, $y = 4.501.244$ m en datum ETRS89 proyectadas en UTM huso 30 zona T, a una altitud de 883 m sobre el nivel medio del mar en Alicante (Fuente: IGN – Servicio de Delimitaciones Territoriales). En segundo lugar, aloja un acuartelamiento situado al noroeste de dicho núcleo principal. Por último, dispone de tres urbanizaciones (Ciudalcampo, Las Pueblas y Valdelagua-Punta Galea) situadas en el extremo oriental de su término municipal. Sin embargo, en este trabajo tan sólo se tendrá en cuenta el núcleo principal descrito en primer lugar. La exclusión de las otras dos zonas se justifica en el hecho de que, por un lado, en el cuartel no reside población autóctona, sino militares venidos de fuera al margen de la influencia que el ferrocarril haya podido ejercer sobre el asentamiento urbano, y, por otro, las urbanizaciones situadas en el extremo oriental están completamente desvinculadas del núcleo principal, situadas a una distancia entre 12 y 15 km del centro urbano, en el entorno de la carretera de Burgos, y no disponen ni siquiera de una carretera de acceso directo a Colmenar, por lo que tampoco han quedado influidas por el ferrocarril del núcleo principal.

Sin embargo, se debe tener también en cuenta que, dentro de los límites del término municipal de Colmenar Viejo en vigor hasta 1991, la COPLACO planificó en 1971, y construyó a partir de finales de los años 1970 en el marco de un Programa de Acción Inmediata (Moya González, 1981), una Actuación Urbanística Urgente de *ciudad satélite* a semejanza de las Nuevas Ciudades británicas, denominada Tres Cantos (González Esteban, 2001). Esta ciudad, inicialmente prevista para 140.000 habitantes, acogió a sus primeros vecinos en el año 1982 (Egea Reche, 2002), y, tras importantes disputas con el Ayuntamiento de Colmenar Viejo, se desgajó administrativamente del núcleo urbano principal, y se constituyó en municipio independiente en 1991 (Decreto 15/1991 de la Consejería de Agricultura y Cooperación de la Comunidad de Madrid). Teniendo en cuenta las condiciones de Tres Cantos, ciudad de nueva construcción situada a 8 km y desvinculada del núcleo principal de Colmenar Viejo, que ha dispuesto siempre de su propia estación de ferrocarril, y ha tenido en todo momento sus propios accesos a la carretera de Madrid a Colmenar, tampoco será tenida en cuenta en el desarrollo de este trabajo, pues se entiende que no le ha afectado ni el crecimiento urbano ni el ferrocarril del núcleo de Colmenar, que es el objeto de este estudio.

4. FUENTES

Este tema está dedicado, en primer lugar, a estudiar los recursos informáticos que han sido empleados en la elaboración del trabajo, y, en segundo lugar, a exponer la cartografía y otras fuentes documentales utilizadas.

4.1. Recursos informáticos

Para la elaboración de este trabajo, se han empleado varias aplicaciones informáticas en el marco de las TIG:

- Sistemas de información geográfica [en adelante GIS]:
 - *Global Mapper* versión 14 [en adelante *Global Mapper 14*], propiedad de la empresa Blue Marble Geographics
 - *ArcGIS* versión 10.1 for Desktop [en adelante *ArcGIS 10.1*], propiedad de la empresa Esri
- Teledetección:
 - *Erdas Imagine 2011*, propiedad de la empresa Intergraph
- Gestión y manipulación de documentos geográficos y cartográficos:
 - Sistema de Información Documental Cartográfica *Cartosee*, propiedad del IGN - Archivo Topográfico
 - Sistema de Información Documental de la División Administrativa de España *SIDDAE*, propiedad del IGN - Archivo Topográfico
 - Sistema de Información Documental de las Cédulas Catastrales de la Topografía Catastral de España *SIDCECA*, propiedad del IGN - Archivo Topográfico
 - Aplicación *GCP2ECW* para la gestión de georreferenciación de mapas, propiedad del IGN - Archivo Topográfico
 - Aplicación de búsqueda de documentos del MTN25 y MTN50 *mapSEE*, propiedad del IGN - Cartoteca
 - Aplicación informática de gestión del Nomenclátor *nomenManager*, propiedad del IGN - Servicio de Nomenclátor y Nombres Geográficos
- Cálculo:
 - *Microsoft Excel 2010*, propiedad de la empresa Microsoft
- Dibujo:
 - *Adobe Photoshop CS6*, propiedad de la empresa Adobe

4.2. Cartografía utilizada para observar el desarrollo del crecimiento urbano

En este apartado se expone la cartografía empleada para observar el crecimiento del núcleo urbano de Colmenar Viejo. Para ello, se divide la cartografía en función de las técnicas TIG usadas en su confección: topografía clásica –empleada para el período 1860-1952-, fotogrametría –usada para la etapa 1968-2002-, y teledetección –utilizada para el año 2011-. Todas las imágenes que a continuación se detallan están recogidas en formato ráster, bien sea porque así lo ha captado el satélite o la cámara fotogramétrica correspondiente, bien porque están originalmente en formato papel y han sido escaneadas para desarrollar este trabajo.

4.2.1. Cartografía generada mediante topografía clásica

La cartografía generada mediante topografía clásica incluye tres trabajos: en primer lugar, la Topografía Catastral de España, elaborada entre 1860 y 1870 por la Comisión de Estadística General del Reino (redenominada Junta en el año 1861); en segundo lugar, los trabajos previos del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 [en adelante MTN50] confeccionados desde 1871 hasta 1945 por el Instituto Geográfico y Estadístico / Instituto Geográfico y Catastral; y, por último, el Mapa Nacional Topográfico Parcelario, elaborado por el Instituto Geográfico y Catastral entre los años 1930 y 1970 [si bien la topografía clásica se empleó en este último trabajo sólo desde el inicio de la serie hasta los años 1950 aproximadamente]. Por tanto, la cartografía generada mediante topografía clásica se ha empleado para el análisis del crecimiento urbano de Colmenar desde mediados del siglo XIX hasta mediados del siglo XX. Esta cartografía se custodia en el Archivo Topográfico del IGN, ha permanecido desconocida durante décadas hasta fechas muy recientes, y se halla desde 1996 en proceso de digitalización, conservación y catalogación. Debido a que se ignoraba su existencia hasta hace pocos años, estos trabajos han comenzado a estudiarse en la última década, y han empezado a emplearse sólo muy recientemente en estudios de investigación. Por eso, se puede considerar que su inclusión en este trabajo y su empleo en la observación del crecimiento urbano resulta bastante novedoso. En la

plasmación escrita de este trabajo, se ha optado por no dotar a estos mapas de título, escala, coordenadas y otra información relevante, con el fin de conservar la versión original, que no dispone de estos datos. Sin embargo, como se verá más adelante, a lo largo del trabajo se ha dotado a estos mapas de dicha información mediante su georreferenciación.

- **4.2.1.1. Topografía Catastral de España (1860-70)**

- Fuente: IGN - Archivo Topográfico
- Localizada mediante la aplicación informática *CartoSEE*
- La Ley de Medición del Territorio, aprobada en 1859, fue el resultado de los esfuerzos de modernización acometidos por la Comisión de Estadística General del Reino bajo el gobierno de O'Donnell, mediante la cual se ampliaron las tareas de la Comisión, y se incluyeron las labores cartográficas y catastrales (Urteaga González, 2007). La Topografía Catastral de España es un proyecto inacabado impulsado por dicha Ley. En 1862, Francisco Coello presentó un Reglamento para el levantamiento de un Mapa que debía ser completado en los años siguientes en toda España, y que tenía un doble objetivo: por una parte, topográfico, ya que debía incluir el levantamiento del Mapa Topográfico de España; por otra parte, catastral, ya que habían de ser deslindadas y medidas todas las fincas del país (Nadal Piqué, 2007).

Este Reglamento incluía varias operaciones que debían ser completadas en orden consecutivo en los diferentes municipios peninsulares. En primer lugar, se debía triangular y deslindar el término municipal. Posteriormente, había que realizar el levantamiento de relleno, que consistía en confeccionar los planos topográficos y catastrales de cada término: por un lado, las Hojas de Conjunto, pensadas para satisfacer el objetivo topográfico; por otro lado, las Hojas Kilométricas de zonas rústicas y los planos de población de áreas urbanas, orientados a cumplir ambos el objetivo catastral. Más tarde, se debían deslindar las parcelas mediante su medición y representación gráfica. Y, por último, se debían elaborar las cédulas catastrales de las distintas fincas (Sastre Domingo, 2005).

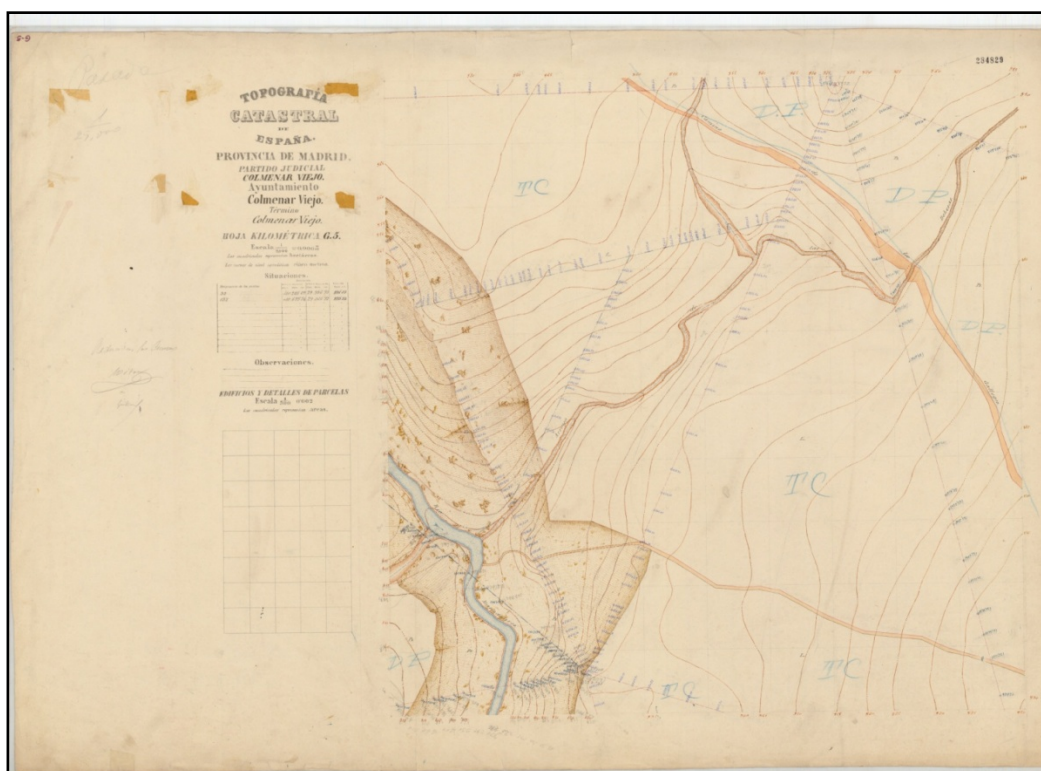
El Reglamento planteaba, por tanto, la elaboración de cuatro tipos de documentos (Muro Morales, 2007):

- Hojas de Conjunto: mapas de todo el término municipal elaborados a escala 1:20.000, con curvas de nivel cada 10 metros. En ellos debían figurar los puntos de triangulación principal y secundaria, las zonas urbanizadas y caseríos aislados, los caminos públicos y las masas de cultivo de extensión superior a 10 hectáreas.
- Hojas Kilométricas: mapas de base cuadrada de 1 km de lado a escala 1:2.000 de las zonas rústicas del término municipal, con curvas de nivel cada 5 metros. En ellas debían constar los vértices de los triángulos, los límites y numeración de las parcelas, la clase de cultivo expresada con una letra, y los detalles topográficos –caminos, ríos y barrancos-. Se basaban en una malla de más de medio millón de Hojas que cubrían todo el territorio de la España peninsular.
- Planos de población: mapas del núcleo urbano confeccionados a escala 1:500, con curvas de nivel cada 5 metros. En ellos debían constar los edificios públicos, el nombre de calles y plazas, y los pormenores de la propiedad urbana.
- Cédulas catastrales de propiedad: hoja con información literal y gráfica de cada una de las fincas rústicas y urbanas. En ellas debían incluirse los datos personales del propietario, la extensión y localización de la parcela, y un croquis con los deslindes de la misma.

Entre 1860 y 1866 se levantaron en la provincia de Madrid los mapas correspondientes a más de 260.000 hectáreas de 60 municipios (Nadal Piqué, 2007). Posteriormente, entre 1866 y 1870 se comenzó el levantamiento en algunas otras ciudades de España, como, por ejemplo, Cartagena, Murcia, Granada, Soria y los Sitios Reales. En 1870 se interrumpió abruptamente este trabajo por dos razones: por un lado, la complejidad del proyecto y su extensión temporal resultaban excesivos para la época; por otro lado, los grandes terratenientes lograron impedir un conocimiento tan exhaustivo de sus propiedades.

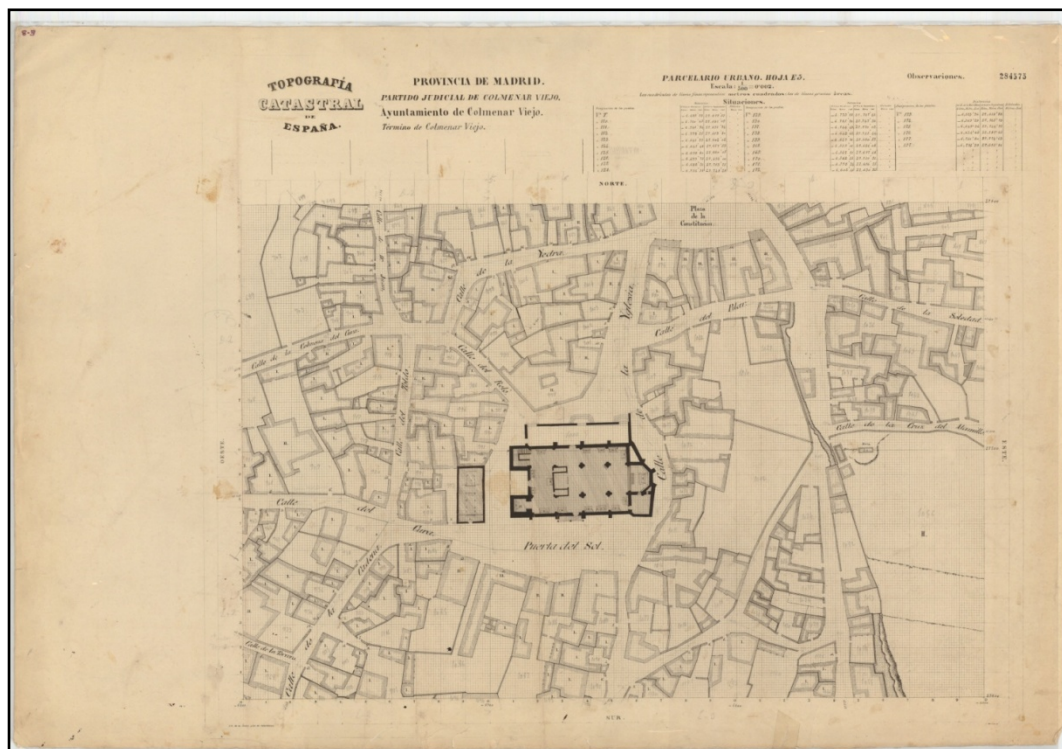
En el caso de Colmenar Viejo, este trabajo alcanzó un notable grado de desarrollo. Por un lado, se terminó todo el levantamiento catastral de las áreas urbanas, tanto en lo concerniente a los mapas como a las cédulas de propiedad. Y, por otro lado, en lo que atañe a las zonas rústicas, se finalizaron prácticamente todas las Hojas Kilométricas, incluida la delimitación de fincas, si bien no se logró completar su numeración y uso. Por tanto, en Colmenar, en lo que respecta al levantamiento catastral, sólo quedaron por concluir las cédulas de propiedad de las áreas rústicas, y en lo que concierne al trabajo topográfico, quedaron por finalizar las Hojas de Conjunto. A continuación se muestran algunos ejemplos de los mapas que se finalizaron en Colmenar Viejo en el marco de este trabajo:

- 249 Hojas Kilométricas:
 - zona rústica
 - escala 1:2.000



Topografía Catastral de España. Hoja Kilométrica

- 37 planos de población:
 - zona urbana
 - escala 1:500



Topografía Catastral de España. Plano de población

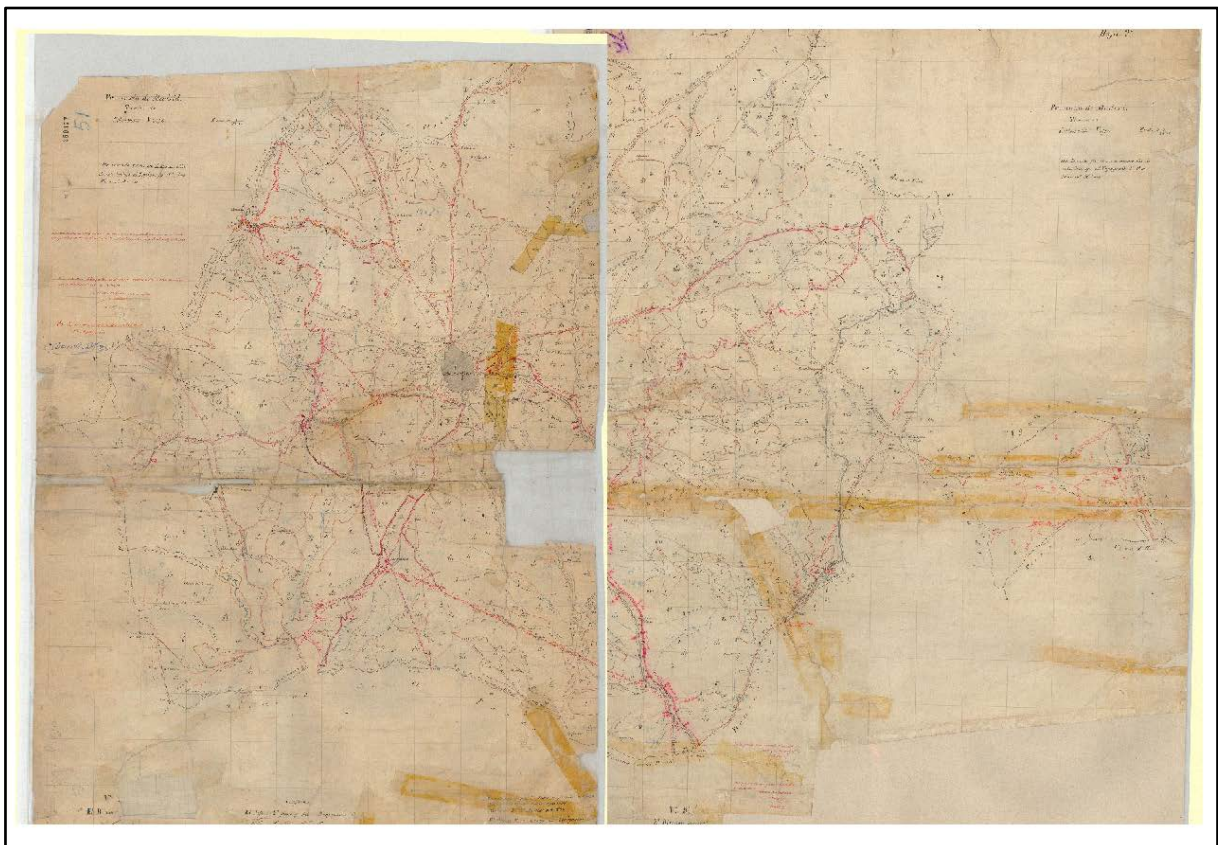
- 4.2.1.2. Trabajos previos para la elaboración del MTN50 (1871-1945)

- Fuente: IGN - Archivo Topográfico
- Localizados mediante la aplicación informática *CartoSEE*
- El Mapa Topográfico Nacional de España a escala 1:50.000 (MTN50) es un trabajo elaborado por el Instituto Geográfico y Estadístico / Instituto Geográfico y Catastral / Instituto Geográfico Nacional desde 1871 hasta la actualidad. En este proyecto, España quedó dividida en más de 1100 Hojas numeradas consecutivamente empezando por la esquina noroccidental, en Galicia, y finalizando en las Islas Canarias. Este proyecto se comenzó nada más interrumpirse la Topografía Catastral de España, y una vez constituido el nuevo Instituto Geográfico y Estadístico en 1870, que nació con la finalidad principal de confeccionar el MTN50 (Sastre Domingo & Yuste Galán, 2004). La primera hoja que se editó fue la correspondiente a Madrid en 1875, y la última, la referida a San Nicolás de Tolentino (Islas Canarias) en 1968.

En la primera etapa de confección de este proyecto, incluida entre 1871 y 1945 aproximadamente, los trabajos se realizaron a nivel municipal mediante la utilización de topografía clásica. Para ello, en primer lugar se levantaban los deslindes del término municipal mediante la representación de cuadernos topográficos de campo y actas de deslinde con las firmas de las Autoridades municipales interesadas. En segundo lugar, se levantaban las planimetrías y altimetrías a escala 1:25.000 de cada término municipal, y los planos de población a escala 1:2.000 ó 1:5.000 de los núcleos urbanos del municipio. Posteriormente, las planimetrías de los distintos términos municipales se ensamblaban y se generaba el *Catastrón* a escala 1:25.000 de cada una de las más de 1100 Hojas, que, mediante el *método de reducción a la cuarta*, se cambiaba de escala y se imprimía reducido a 1:50.000, finalizando así la edición de esa Hoja (Sastre Domingo, 2007).

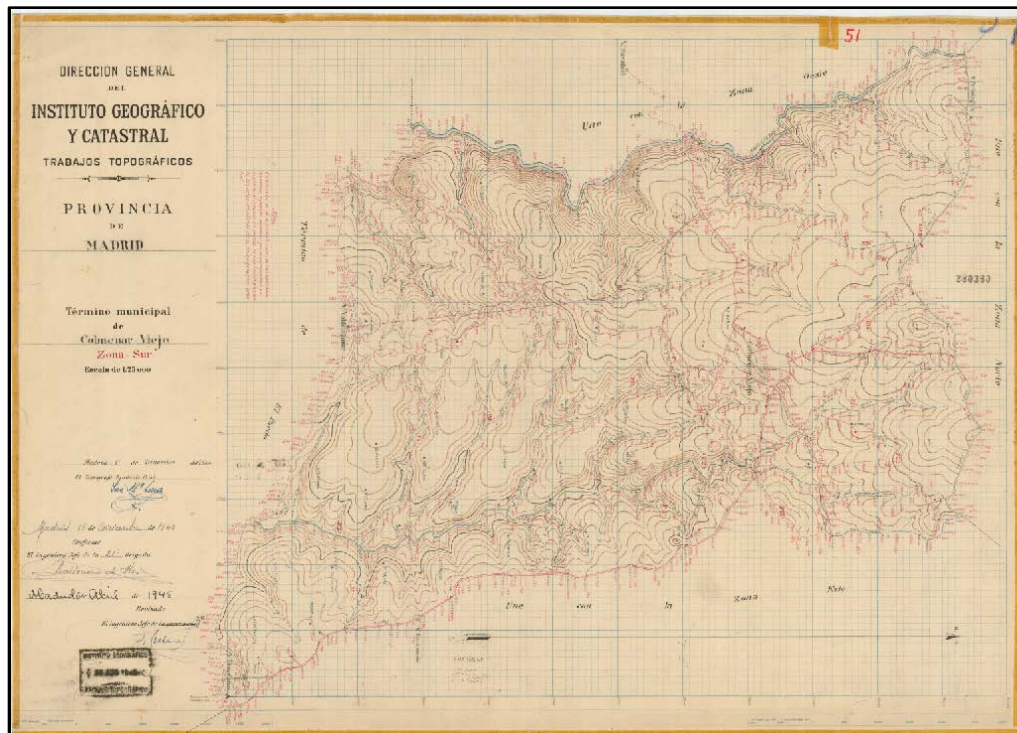
Los trabajos previos municipales para la elaboración del MTN50 en Colmenar Viejo se realizaron en tres etapas distintas: en primer lugar, las planimetrías se elaboraron en la década de 1870; en segundo lugar, el plano de población se levantó en la década de 1910; y, por último, las altimetrías se confeccionaron en la década de 1940. Posteriormente, estos trabajos municipales quedaron integrados en las Hojas 509, 533 y 534 del MTN50. A continuación se incluyen algunos ejemplos de los trabajos realizados en Colmenar:

- 6 planimetrías:
 - escala 1:25.000
 - fecha 1874-1875



Planimetrías del MTN50

- 4 altimetrías
 - escala 1:25.000
 - fecha 1944-1945



Altimetría del MTN50

- 1 plano de población:
 - escala 1:5.000
 - fecha 1918



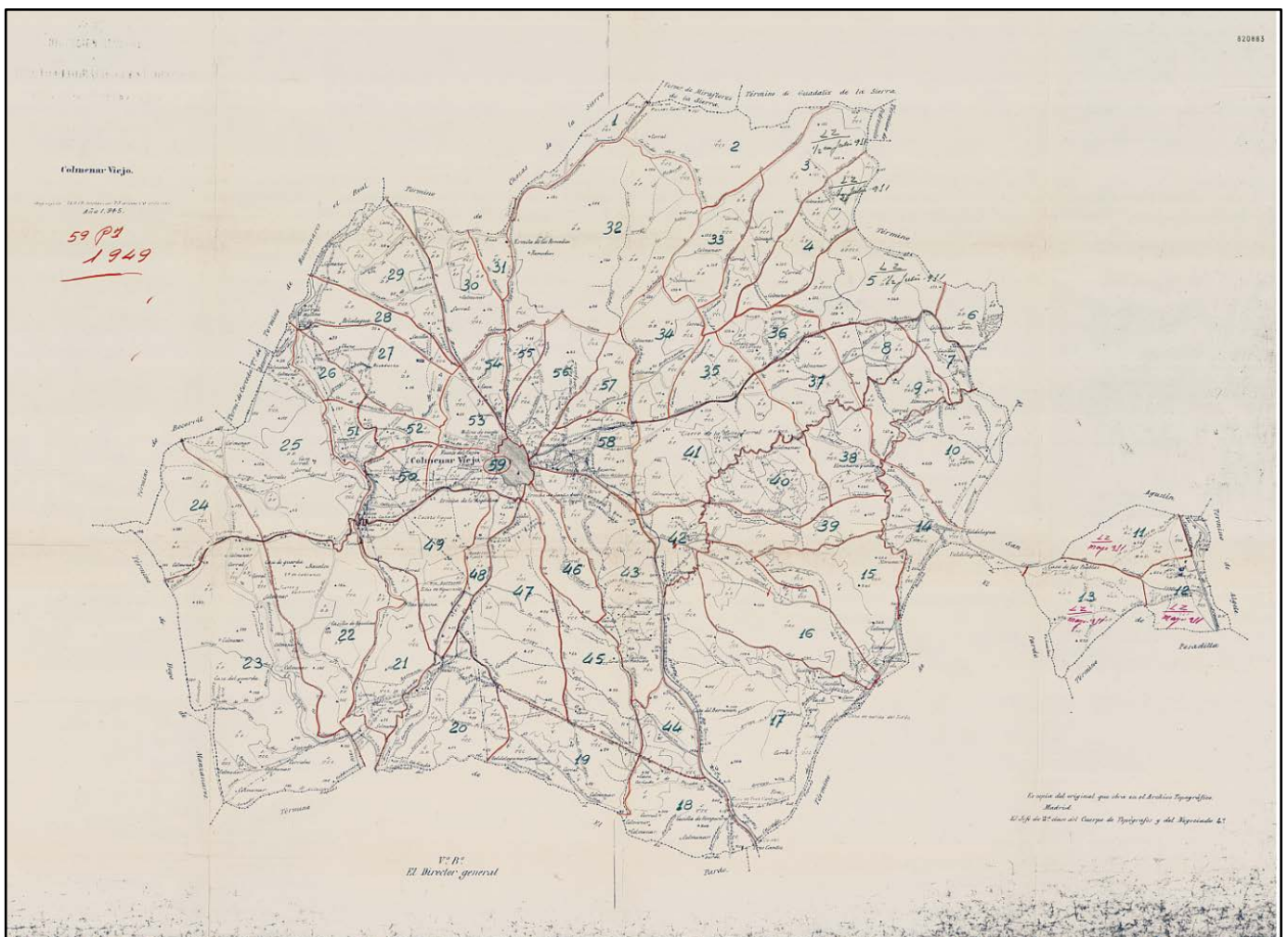
Plano de población del MTN50

- 4.2.1.3. Mapa Nacional Topográfico Parcelario (1949-1952)

- Fuente: IGN - Archivo Topográfico
- Localizado mediante la aplicación informática *CartoSEE*
- El Instituto Geográfico y Catastral realizó este trabajo para toda España en los años 1930-1970 aproximadamente. El procedimiento para su levantamiento fijaba la elaboración de un directorio del término municipal a escala 1:25.000 ó 1:50.000 ayudándose de los trabajos previos del MTN50. En él se perfilaban los polígonos catastrales que eran posteriormente levantados topográficamente a escala 1:5.000. Este proyecto sólo se finalizó para las áreas rústicas de los términos municipales, quedando las zonas urbanas sin completar. Actualmente, tanto el IGN como el Catastro disponen de una copia de esta serie de mapas de la provincia de Madrid. Sin embargo, las cédulas de propiedad asociadas a cada una de las parcelas obran sólo en poder del Catastro.

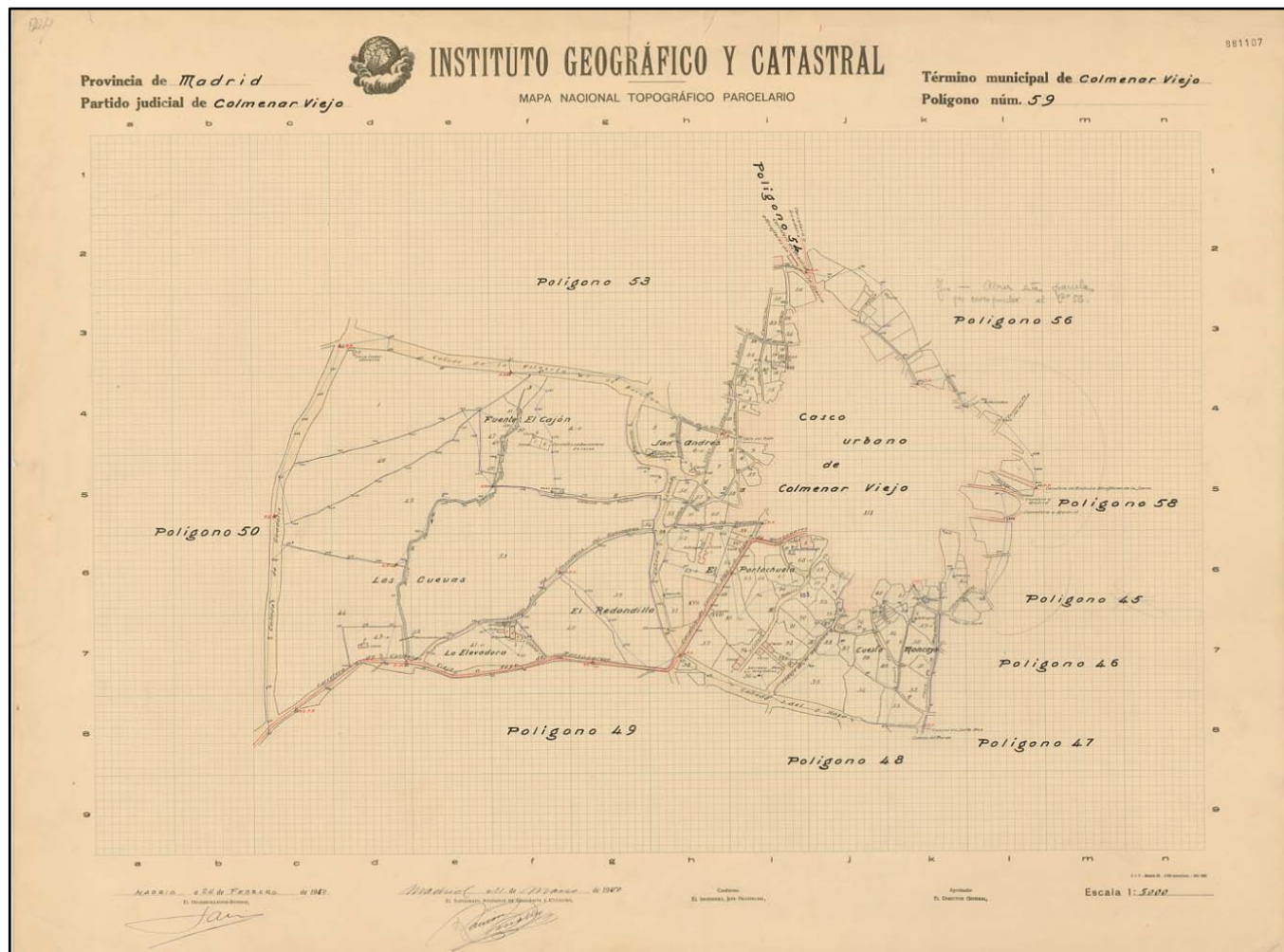
En el caso de Colmenar Viejo, el directorio se levantó en 1949, y los 65 polígonos de rústica se confeccionaron entre 1950 y 1952. A continuación se muestran algunos ejemplos.

- 1 directorio:
 - escala 1:50.000
 - fecha 1949



Directorio del Mapa Nacional Topográfico Parcelario

- 65 Hojas de polígonos:
 - sólo zona rústica
 - escala 1:5.000
 - fecha 1950-1952



Hoja de un polígono del Mapa Nacional Topográfico Parcelario

4.2.2. Vuelos fotogramétricos

Para estudiar el crecimiento urbano de Colmenar Viejo en la etapa comprendida entre 1968 y 2002, se han utilizado varios fotogramas de diferentes vuelos aéreos, eligiendo un vuelo de cada década. Así se incluye la segunda metodología TIG antes mencionada; la correspondiente a fotogrametría. Algunos de estos fotogramas están disponibles en formato analógico, y otros en soporte digital, todos ellos en la Fototeca del IGN-CNIG. A continuación se incluye un cuadro con la información correspondiente a los distintos fotogramas empleados en el desarrollo de este trabajo, así como un ejemplo de los mismos.

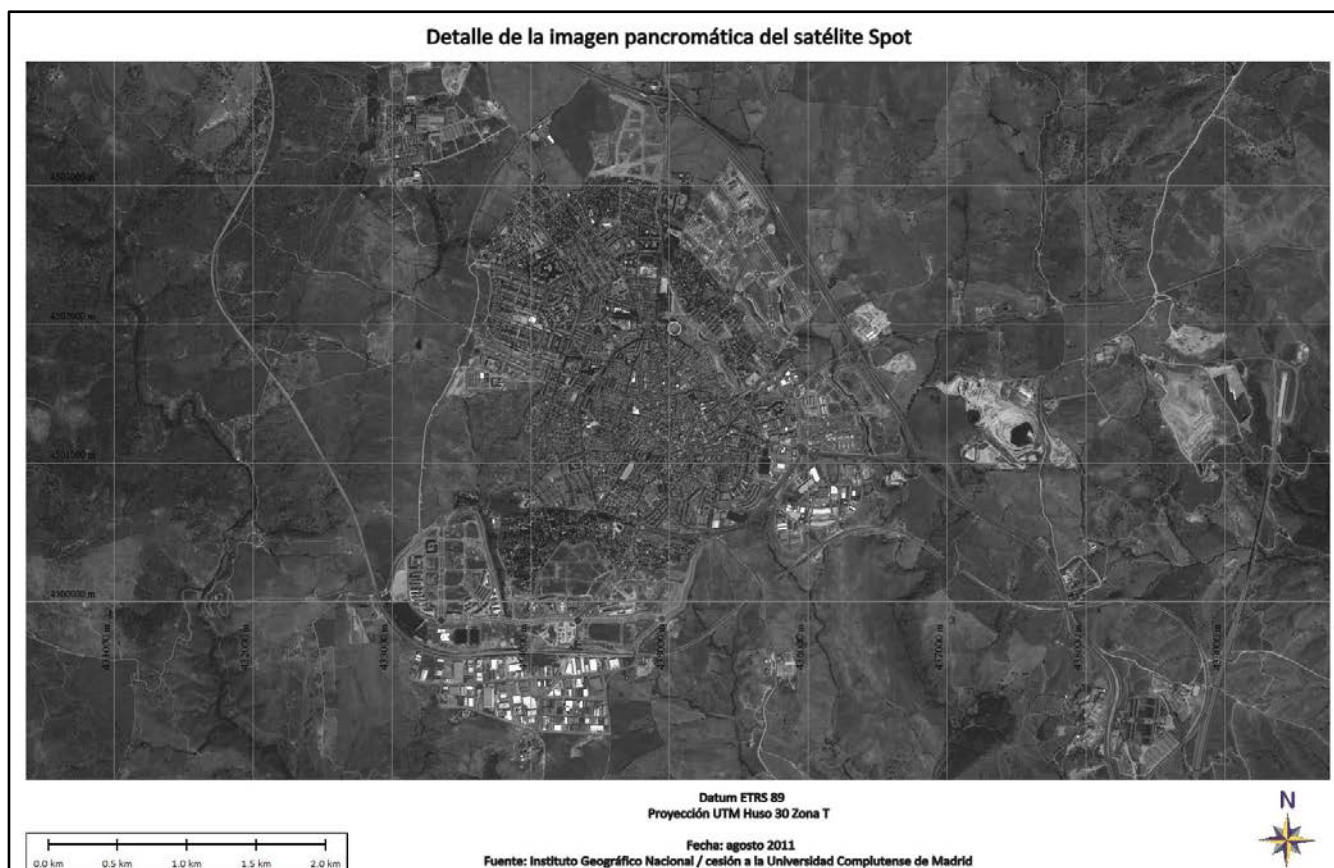
Fecha	Número de fotogramas	Formato	Escala	Color o blanco/negro
1968	2	Analógico	1:18.000	Blanco/negro
1979	2	Digital	1:18.000	Blanco/negro
1983	1	Digital	1:30.000	Blanco/negro
1991	1	Analógico	1:40.000	Blanco/negro
2002	1	Analógico	1:40.000	Color



Fotograma analógico en blanco y negro a escala 1:18.000 de 1968

4.2.3. Imágenes de satélite

Por último, para completar la observación del crecimiento urbano de Colmenar Viejo en su etapa más actual, se han elegido dos imágenes de satélite correspondientes al verano del año 2011. Así se incluye la tercera metodología TIG; la correspondiente a teledetección. Estas imágenes han sido captadas por el satélite *Spot* y han sido cedidas al Departamento de Geografía Física de la Universidad Complutense de Madrid gracias al convenio suscrito con el IGN - Plan Nacional de Teledetección. Se corresponden con la fila 268, columna 033 de las imágenes que capta dicho satélite en España, y tienen características diferentes: una es una imagen pancromática con resolución espacial de 2,5 m, apta para estudios urbanos dadas su precisión y nitidez métricas; la otra es una imagen multispectral con resolución espacial de 10 m en combinación de bandas 1-2-3, que es la más parecida al falso color del satélite *Landsat* empleado en la asignatura de Teledetección durante el curso.

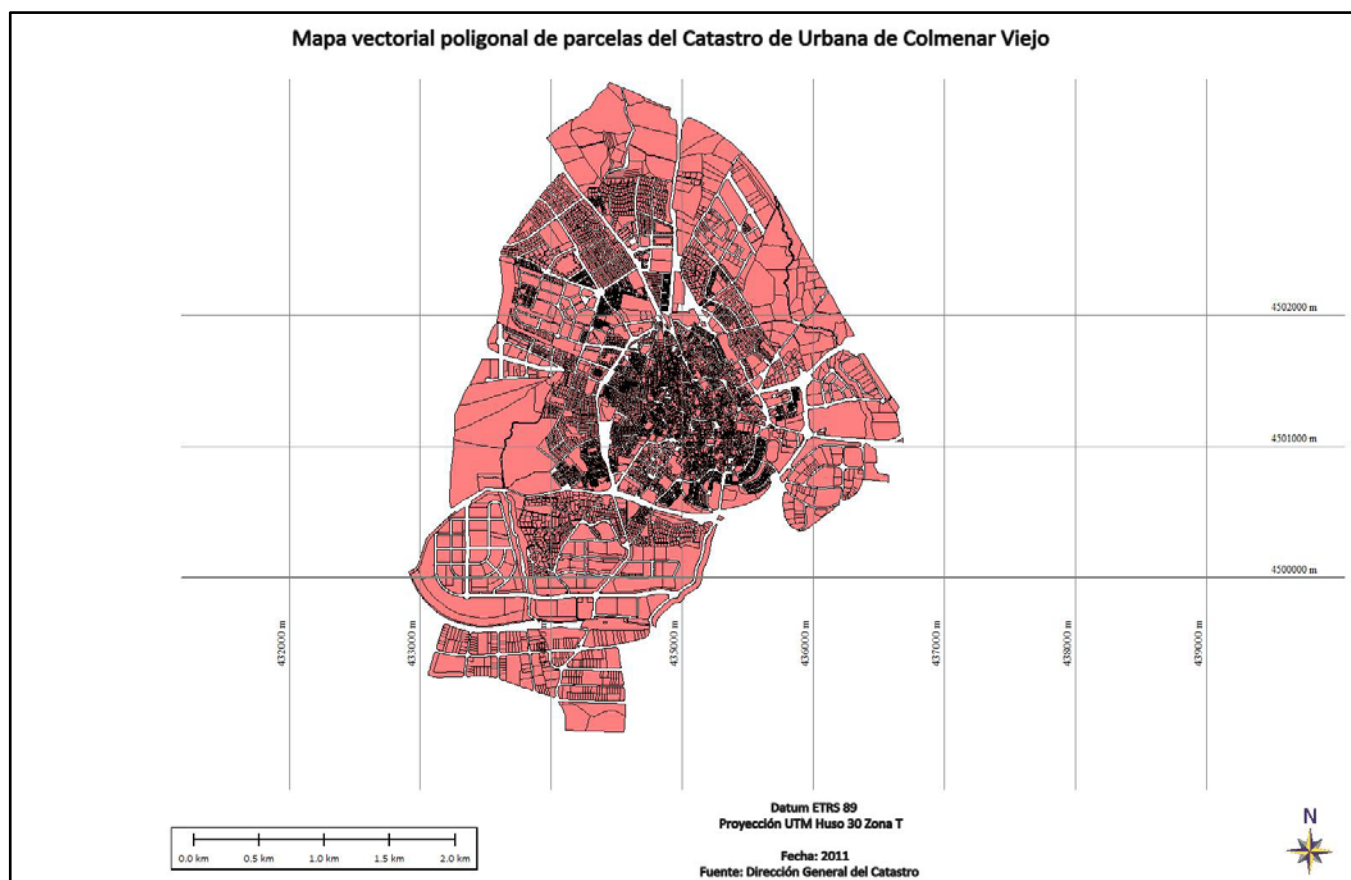


4.3. Cartografía auxiliar

Este apartado está dedicado a presentar la cartografía empleada en este trabajo para completar algunas fases auxiliares.

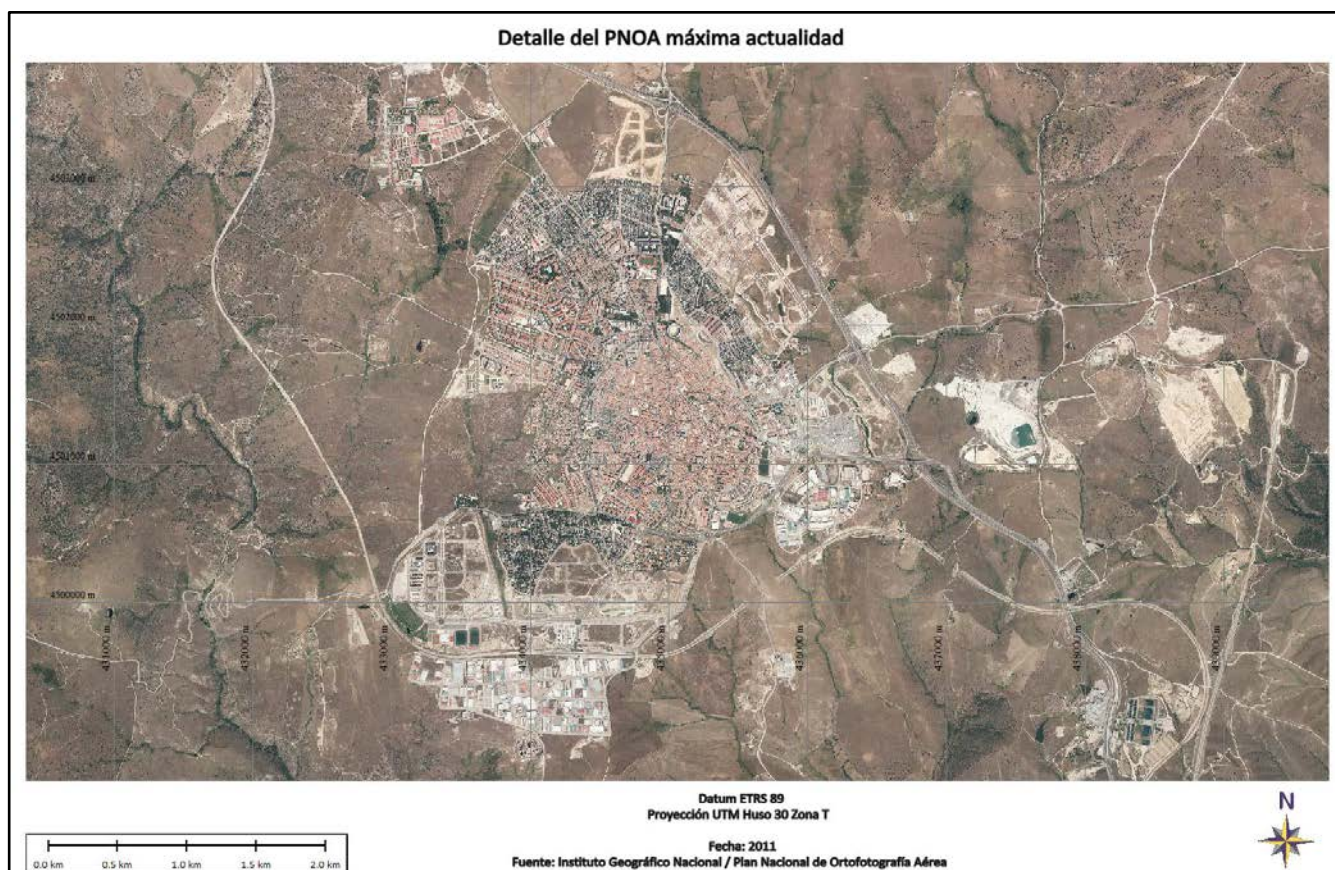
4.3.1. Mapa vectorial poligonal de parcelas del Catastro de Urbana

- Fuente: Catastro
- Formatos *.shp*, *.shx* y *.dbf*
- Esta capa es la base de toda la cartografía que se ha empleado para los análisis desarrollados en los epígrafes 5.5 y 5.6 de este trabajo. Es una capa de tipo vectorial poligonal descargada desde la página web del Catastro para la fecha 2011. Por tanto, tras haber expuesto las imágenes ráster del apartado anterior, aquí se ha incluido cartografía vectorial.



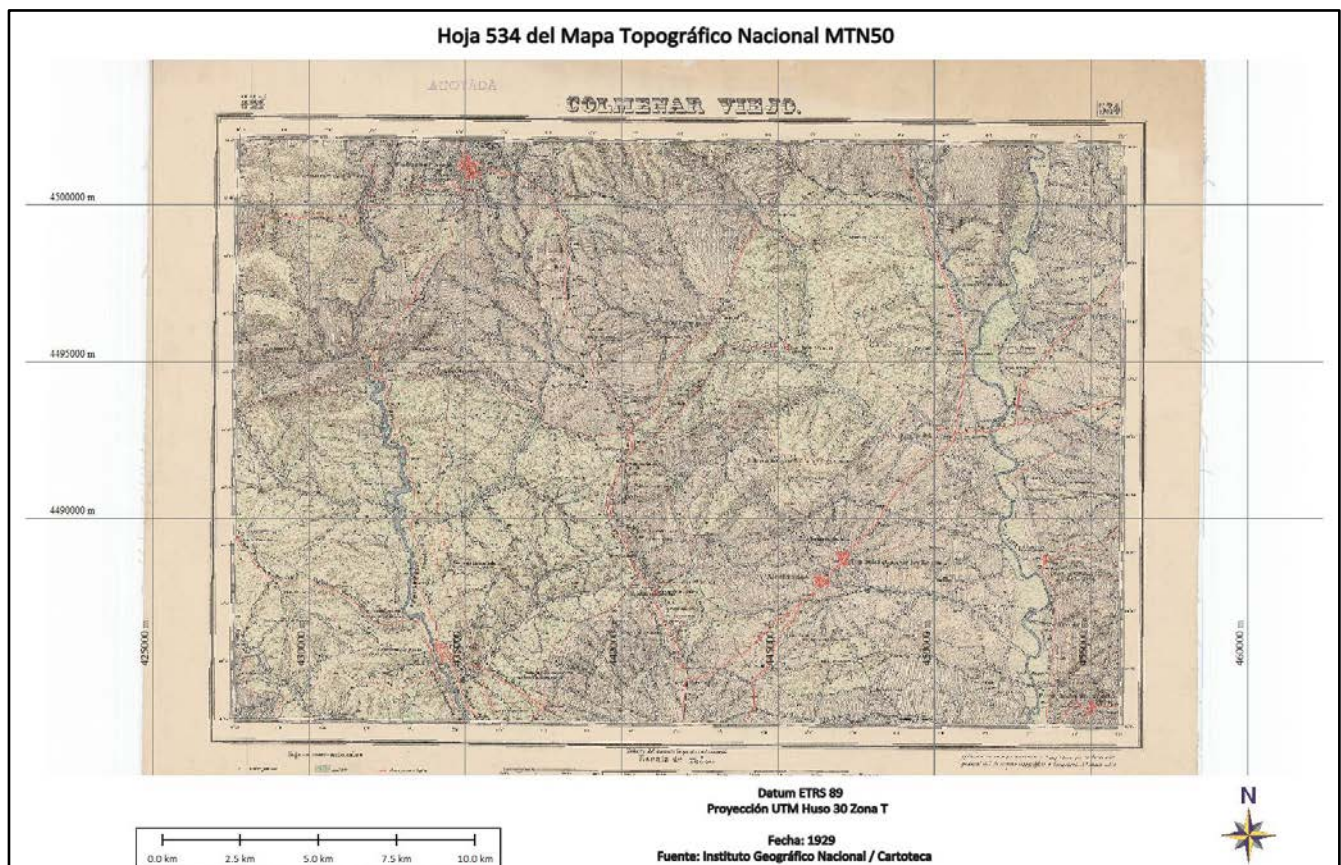
4.3.2. Ortofoto digital de máxima actualidad

- Fuente: IGN - Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
- Fecha: 2011
- Coincidente con las hojas del MTN50 números 509, 533 y 534
- La ortofoto del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea [en adelante PNOA] de máxima actualidad la ha proporcionado el IGN en formato ráster, georreferenciada en datum ETRS89 proyectada sobre UTM huso 30 zona T. Por esa razón, esta ortofoto ha sido empleada para georreferenciar buena parte de los mapas antes descritos generados mediante topografía clásica, así como los fotogramas previamente mencionados.



4.3.3. Mapa Topográfico Nacional (MTN)

- Fuente: IGN - Cartoteca
- Localizado mediante la aplicación informática *mapSEE*
- MTN50: las Hojas completas del MTN50 se han elaborado, tal y como se ha mencionado en el epígrafe 4.2.1.2., desde 1871 hasta la actualidad. En sus primeras fases, se elaboraban mediante el ensamblaje de los trabajos municipales previos generados mediante topografía clásica, descritos en dicho apartado. Posteriormente se cambió esta técnica y se comenzó a emplear fotogrametría en los años 1950, que es la técnica empleada para su realización hasta la actualidad. Esta serie está disponible en todas sus ediciones en formato ráster en la Cartoteca del IGN, si bien está georreferenciada en datum ED50. Tanto la serie MTN50 como la serie MTN25, que se verá a continuación, han sido empleadas para georreferenciar algunos de los mapas y fotogramas descritos en los apartados 4.2.1 y 4.2.2. Colmenar Viejo tiene parte de su territorio incluido en las siguientes Hojas, cuyas ediciones han sido publicadas en las fechas que a continuación se mencionan:
 - Hoja 509 / fechas: 1878, 1929, 1971, 1987, 2003
 - Hoja 533 / fechas: 1877, 1929, 1939, 1969, 2002
 - Hoja 534 / fechas: 1875, 1929, 1936, 1937, 1947, 1972, 2003



- MTN25: la elaboración del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 (MTN25) comenzó en los años 1970 y se finalizó la última Hoja a principios de los años 2000. Su cuadrícula se generó mediante la división en cuadrantes de las más de 1100 Hojas del MTN50. A continuación se han recogido las Hojas del MTN25 que incluyen parte del término municipal de Colmenar Viejo, así como los años en que se publicaron sus diferentes ediciones:
 - Hoja 509-3 / fechas: 1997, 2003
 - Hoja 509-4 / fechas: 1998, 2003
 - Hoja 533-2 / fechas: 1982, 1999, 2006
 - Hoja 534-1 / fechas: 1995, 2002
 - Hoja 534-2 / fechas: 1994, 2002

4.4. Otras fuentes

Este apartado está orientado a exponer otras fuentes distintas de las cartográficas empleadas en la elaboración de este trabajo.

4.4.1. Estadísticas de población

Las estadísticas de población que se han empleado para elaborar este trabajo se corresponden con los Censos de Población disponibles en el Centro de Descargas de la página web del INE. Los Censos de Población comenzaron a realizarse en 1857, cuando Narváez creó la Comisión de Estadística General del Reino, y encomendó a ésta, como primera tarea, la ejecución de un censo de habitantes. Así se inauguró la serie de censos que ha continuado con pequeñas interrupciones hasta la actualidad (Camarero Bullón, 2007).

Los datos del Censo para el conjunto del término municipal de Colmenar Viejo se han adjuntado en la tabla a continuación:

Año	Habitantes
1857	5.115
1860	4.415
1877	4.425
1887	4.885
1897	4.863
1900	5.255
1910	5.753
1920	6.402
1930	7.999
1940	7.951
1950	8.239
1960	8.375
1970	12.910
1981	21.159
1991	39.633
Colmenar Viejo	24.176
Tres Cantos	15.457
2001	72.108
Colmenar Viejo	35.181
Tres Cantos	36.927
2011	87.313
Colmenar Viejo	46.140
Tres Cantos	41.173

Sin embargo, hay dos áreas del término municipal que no se han tenido en cuenta en este estudio, tal y como ha quedado reflejado en el tercer tema: por un lado, Tres Cantos, cuyos primeros habitantes se asentaron en el año 1982 (ver epígrafe 3); por otro lado, las urbanizaciones del extremo oriental, cuya construcción comenzó en los años 1970 (ver epígrafe 5.5.2), y que actualmente tienen la siguiente población (Fuente: IGN – Servicio de Nomenclátor y Nombres Geográficos):

Urbanización	Habitantes
Las Pueblas	702
Ciudalcampo	534
Valdelagua-Punta Galea	155

4.4.2. Cuadernos topográficos de campo y Actas de deslinde del municipio

- Fuente: IGN – Archivo Topográfico
- Localizados mediante la aplicación *SIDDAE*
- Estos trabajos han sido empleados en el epígrafe 3 para presentar los límites del término municipal de Colmenar Viejo.

4.4.3. Fichero de superficies y territorios mancomunados de España

- Fuente: IGN – Servicio de Delimitaciones Territoriales
- Esta base de datos se ha utilizado en el capítulo 3 para aportar datos cuantitativos del territorio de Colmenar Viejo.

4.4.4. Nomenclátor

- Fuente: IGN – Servicio de Nomenclátor y Nombres Geográficos
- Localizado mediante la aplicación *nomenManager*
- Esta base de datos se ha empleado para estudiar los diferentes núcleos urbanos del término municipal y su población.

5. METODOLOGÍA

En este tema se analiza la metodología seguida para elaborar el trabajo, haciendo especial hincapié en aquellos aspectos relacionados con las TIG.

5.1. Elección del núcleo urbano

En primer lugar, tras decidir el tipo de trabajo que se quería desarrollar, hubo que seleccionar el núcleo urbano en el cual aplicar el análisis. Para ello, fue necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones: por una parte, dado que existía la voluntad de incluir abundante cartografía histórica del IGN, resultaba preceptivo que el Archivo Topográfico de dicha Institución dispusiera de amplia documentación de dicho municipio; por otra parte, se quería elegir un núcleo urbano que hubiera experimentado un importante crecimiento a lo largo del tiempo; por último, resultaba imprescindible que el municipio dispusiera de ferrocarril.

Por todo ello, había que elegir, por un lado, un municipio de la Comunidad de Madrid, puesto que sólo en algunos de ellos se finalizaron los trabajos históricos de la Topografía Catastral de España. Por otro lado, no se quería realizar un análisis ni sobre núcleos urbanos demasiado amplios, dada su excesiva complejidad y extensión para un Trabajo de Fin de Máster, ni sobre antiguos municipios integrados e imbricados hoy en la ciudad de Madrid, dada la dificultad para delimitarlos y estudiarlos de manera aislada con la suficiente precisión. Por último, debía existir, al menos, un ferrocarril que prestara servicio al pueblo, y que estuviera actualmente incluido en la red de Cercanías.

Por consiguiente, se optó por analizar Colmenar Viejo. En primer lugar, en lo referente a la cartografía histórica disponible, la Topografía Catastral de España quedó plenamente concluida en su zona urbana, tal y como se ha visto en el epígrafe 4.2.1.1. En segundo lugar, en cuanto a su crecimiento, Colmenar era ya a mitad del siglo XIX una cabecera comarcal importante, al igual que Torrelaguna, San Martín de Valdeiglesias o Chinchón, si bien experimentó un desarrollo relevante a lo largo del siglo XX, en contraposición a dichos municipios, mas tampoco tan dilatado como otros núcleos del Cinturón Industrial de Madrid, como Alcalá de Henares o Getafe. Además, el crecimiento experimentado por el núcleo urbano de Colmenar ha sido mediante agregaciones paulatinas de áreas nuevas al núcleo primitivo. Esto ha implicado, por un lado, que actualmente presente una fisonomía completamente propia, desvinculada de otros núcleos, lo cual facilita el estudio diferenciado de su crecimiento, y, por otro lado, que en su término sólo haya dos zonas alejadas y desconectadas de su núcleo principal, que no han sido tenidas en cuenta en este trabajo, tal y como se ha manifestado en el epígrafe 3. Por último, Colmenar ha dispuesto de tres servicios ferroviarios diferentes a lo largo del tiempo –uno de los cuales es el actual Cercanías–, contando con dos estaciones situadas en ubicaciones distintas, y con características dispares, por lo que su elección permitía un estudio amplio y diferenciado.

5.2. Obtención de la documentación

Una vez elegido el núcleo urbano, después se debía obtener la documentación necesaria para realizar el análisis. Este apartado está orientado a explicar las fuentes consultadas y el método de obtención de los documentos utilizados en este trabajo.

En primer lugar, la Institución más frecuente y profusamente consultada ha sido el IGN, que ha proporcionado la inmensa mayoría de los documentos empleados en la elaboración del estudio. Las visitas se han realizado de manera presencial en diferentes fechas a distintos Servicios y Secciones. Dentro del Instituto, se ha consultado, en primer lugar, el Archivo Topográfico, que ha proporcionado los trabajos de la Topografía Catastral de España, los trabajos previos municipales del MTN50, el Mapa Nacional Topográfico Parcelario, y los Cuadernos topográficos de campo y Actas de deslinde municipales. En segundo lugar, se ha visitado la Cartoteca, que ha facilitado las hojas del MTN50 y del MTN25 en todas sus ediciones. En tercer lugar, la Fototeca ha suministrado los fotogramas empleados en el desarrollo de este trabajo. Por otro lado, el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea ha facilitado la ortofoto del PNOA de máxima actualidad. Asimismo, el Plan Nacional de Teledetección ha cedido a la Universidad Complutense de Madrid las imágenes del satélite *Spot* empleadas en las tareas de teledetección. Por último, el Servicio de Delimitaciones Territoriales ha aportado el Fichero de superficies y territorios mancomunados de España.

En segundo lugar, el Catastro ha sido consultado por vía telemática a través del Centro de Descargas de su página web para adquirir la cartografía vectorial poligonal de las parcelas urbanas actuales del término municipal.

Por último, el INE ha sido visitado en su página web para realizar la descarga de los Censos de Población.

5.3. Preparación de la cartografía

Una vez obtenida la cartografía, resultaba preceptivo tratarla antes de abordar el análisis posterior. Por un lado, con el fin de homogeneizar el datum y la proyección usados. Por otro, con el objetivo de georreferenciar los mapas adquiridos en formatos de imagen (.jpg o .tiff).

5.3.1. Conversión al datum ETRS89 - proyección UTM huso 30 zona T

Un sistema de referencia terrestre es una herramienta que permite realizar un primer proceso cartográfico denominado *reducción*, que consiste en dotar de coordenadas sobre una superficie de referencia a puntos situados sobre la superficie de la Tierra. Los sistemas de referencia terrestres han variado notablemente en las últimas décadas, pasando de ser locales a globales. En un principio, se determinaban sistemas de referencia locales aplicados a un país concreto. Posteriormente, se modificaron para poder aplicarlos a regiones enteras, como, por ejemplo, el European Datum 1950 (ED50), surgido de la compensación conjunta de las redes geodésicas de los diferentes Estados de Europa. Por último, se han definido sistemas geodésicos de referencia globales, como el European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89), aplicables al conjunto de la Tierra. La distinción entre sistema geodésico de referencia global y datum suscita controversia y ambigüedades. Sin embargo, se podría, en general, aceptar que el datum se asocia a la posición, orientación y tamaño/forma de una figura matemática regular denominada elipsoide de revolución, que ha de ser lo más coincidente posible en alguna zona con la forma física de la Tierra, denominada geoide, y entendida como la superficie equipotencial del campo gravitatorio que más se asemeja al nivel medio de los mares en calma. En cambio, un sistema de referencia geodésico global implica la definición de tres ejes de coordenadas centrados en el centro de masas terrestre (baricentro) con una dirección y escala determinados, y, en general, de un elipsoide de revolución de nivel cuyo potencial normal U_0 coincide con el del geoide W_0 . Por tanto, se podría entender que el datum viene a ser a nivel local lo mismo que el sistema geodésico de referencia representa a nivel global (González Matesanz, 2007). El datum fija los semiejes a , b del elipsoide de revolución, las coordenadas x , y , z del centro del elipsoide con respecto al baricentro, los giros para orientar el eje del elipsoide paralelo al eje de rotación de la Tierra, y el punto astronómico fundamental en el que el elipsoide es tangente al geoide (Martín Asín, 1983). La subcomisión sobre el marco de referencia regional para Europa de la Asociación Internacional de Geodesia (EUREF) recomendó a finales de los años 1990 a todos los Estados europeos el cambio desde los diferentes sistemas de referencia locales al sistema de referencia global. En el caso de España, esto ha significado el paso del datum ED50 (local) al datum ETRS89 (global).

Una proyección cartográfica es un instrumento que permite concluir un segundo proceso llamado *proyección*, mediante el cual se establece una correspondencia biunívoca entre la superficie de referencia descrita en el párrafo anterior y el plano, con unas deformaciones controladas. La mencionada EUREF, además de recomendar la utilización del datum ETRS89 en todos los Estados europeos, propuso asimismo el uso de la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM) para la cartografía oficial en escalas mayores a 1:500.000. La proyección UTM es un sistema de representación conforme, cilíndrico y transversal de la superficie de la Tierra, que emplea el elipsoide de revolución como superficie de referencia. Esto significa, por un lado, que, al ser conforme, los ángulos permanecen invariables al pasar las direcciones secantes de la superficie del elipsoide al plano. Por otro lado, se considera cilíndrico transversal porque emplea para la proyección la figura geométrica de un cilindro cuyas generatrices son perpendiculares a un plano meridiano de la Tierra. Para la proyección UTM, la Tierra queda dividida en 60 husos de 6° de longitud, y cada huso se distribuye en 20 zonas de 8° de latitud. En esta malla de husos y zonas, el término municipal de Colmenar Viejo, al igual que la mitad norte de la España peninsular entre los meridianos 0° y $6^\circ W$, se encuentra en el huso 30, zona T (Mena Berrios, 2008).

En el caso de España, el cambio de datum desde el local ED50 hacia el global ETRS89 está actualmente en pleno proceso de transformación, siguiendo las recomendaciones de la EUREF, y su modificación debe concluir en el año 2015. Por consiguiente, este trabajo ha sido concebido en el nuevo sistema de referencia ETRS89 proyectado sobre Universal Transversa de Mercator en su huso 30 zona T, con el fin de elaborarlo según los parámetros más actualizados. Por tanto, la primera fase de este epígrafe ha incluido la conversión al datum ETRS89 de todos los mapas adquiridos en formatos georreferenciados (.ecw o .geotiff) según el datum ED50. Para lograrlo, se ha utilizado la aplicación GIS *Global Mapper 14*. Sobre este GIS se ha cargado, en primer lugar, la capa correspondiente a la ortofoto del PNOA, que estaba georreferenciada desde su adquisición en los parámetros deseados. Sobre esa capa del PNOA, se han cargado y grabado en formato .ecw las demás capas según los parámetros propuestos. Estas capas son las correspondientes a las parcelas del Catastro de urbana, las Hojas del MTN50 y las Hojas del MTN25.

5.3.2. Georreferenciación de la cartografía adquirida en formato de imagen o en soporte papel

La cartografía obtenida en soporte papel o en formatos de imagen (.jpg o .tiff) debía ser georreferenciada conforme al datum y proyección mencionados en el apartado 5.3.1. Para tal fin, se ha empleado nuevamente la aplicación GIS *Global Mapper 14*. Esta

fase del trabajo ha constituido una de las más largas y laboriosas de todo el proyecto, debido a la precisión exigida para su correcto desarrollo.

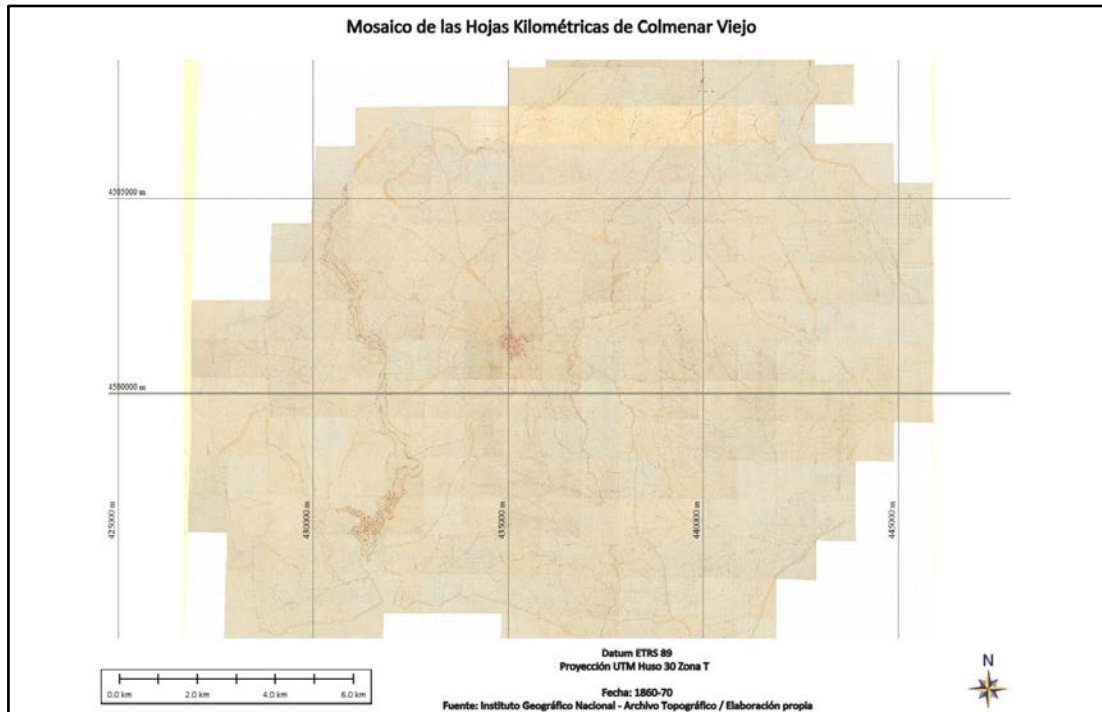
En primer lugar, se han cargado en el GIS las capas correspondientes a la ortofoto del PNOA (georreferenciada en ETRS 89 desde el principio) y a las hojas del MTN50 y MTN25 en sus diferentes ediciones (convertidas de ED50 a ETRS 89 siguiendo los pasos del apartado 5.3.1.). Estas capas auxiliares son las que se han empleado como guía para la georreferenciación de la cartografía restante. A partir de ahí, se han ido cargando los demás trabajos, y se han ido georreferenciando conforme a los parámetros expuestos a continuación.

- 5.3.2.1. Topografía Catastral de España

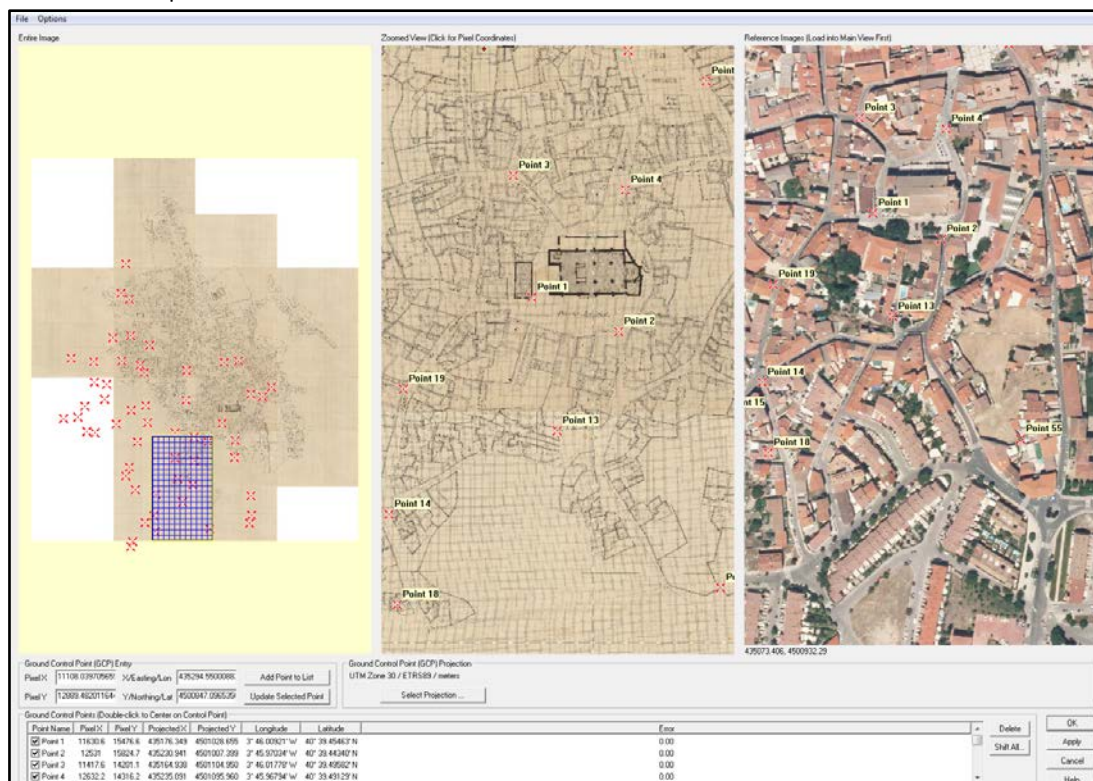
- Para georreferenciar las Hojas Kilométricas de la Topografía Catastral de España, Asenjo plantea, en primer lugar, determinar en cada Hoja 36 puntos de control equidistantes separados entre sí 100 ó 200 metros. Posteriormente, propone observar los errores, limitándolos a un máximo de 2 píxeles por cada punto, y realizar un ajuste por mínimos cuadrados. Más tarde, sugiere confeccionar un mosaico que incluya todas las Hojas en una sola imagen, previa traslación del origen de coordenadas. A continuación, proyecta georreferenciar este mosaico conforme a una ortofoto. Y, por último, idea vectorizar manualmente la imagen con el fin de realizar estudios métricos e incluirla en GIS vectoriales (Asenjo Villar *et al.*, 2011).
- Sin embargo, la finalidad de este trabajo difiere en algunos aspectos de los objetivos perseguidos por Asenjo. Por un lado, no hay intención de realizar mediciones sobre el mapa. Por otro lado, Asenjo aplica su metodología a zonas urbanas que han sufrido muy pocos cambios, como el casco histórico de Aranjuez, dando resultados muy precisos. Sin embargo, aplicarla al caso de Colmenar Viejo, que ha padecido numerosas variaciones tanto en su casco histórico como en las zonas rurales de su término, no resulta sencillo. Por tanto, en la metodología que se ha empleado para este trabajo, se han seguido algunos pasos de manera pareja a los planteados por Asenjo, pero, en cambio, otros aspectos se han variado considerablemente.
- En este trabajo, los pasos realizados para georreferenciar las Hojas Kilométricas de zonas rústicas y los planos de población de áreas urbanas han sido similares entre sí, y han seguido el siguiente patrón:
 1. Sobre una misma Hoja, se ha localizado un punto que, aparentemente, ha permanecido inalterado en los últimos 150 años: una esquina de la torre de la iglesia. Esta localización se ha utilizado como punto de control para georreferenciar dicha Hoja, utilizando como guía la hoja 534 del MTN50 en su primera edición y la ortofoto del PNOA. Esta georreferenciación ha de ser completada con mucha precisión, puesto que sus errores se arrastran en lo sucesivo.
 2. Sobre el GIS, se han observado en la pantalla las coordenadas de la esquina inferior izquierda de dicha Hoja.
 3. Se ha planteado teóricamente la imagen del futuro mosaico con el fin de evaluar la disposición en filas y columnas de las diferentes Hojas existentes.
 4. Se han equiparado las coordenadas de la esquina inferior izquierda de la Hoja mencionada con las coordenadas de la esquina inferior izquierda del cuadrante correspondiente de la malla del mosaico.
 5. A esas coordenadas, se le han restado los metros necesarios para obtener el punto origen (esquina inferior izquierda) de la futura malla del mosaico.
 6. Se ha generado la malla del mosaico utilizando la aplicación *Cartosee*:
 - a. Se ha generado la malla.
 - b. Se ha cargado en el GIS la malla sobre el MTN50 y la ortofoto del PNOA.
 - c. Se ha cargado en el GIS la Hoja antes utilizada.
 7. Se han hecho coincidir las cuatro esquinas de la Hoja antes descrita y las cuatro esquinas del cuadrante correspondiente en la malla del mosaico:
 - a. Se han observado los errores.
 - b. Al ver que los puntos no coincidían exactamente, se ha trasladado la malla varias veces, repitiendo el proceso hasta que la malla ha coincidido plenamente.
 8. Se han recortado los marcos de las distintas Hojas, dejando sólo el fragmento cartográfico.
 9. Se han cargado las demás Hojas y se han georreferenciado las cuatro esquinas de cada una de estas Hojas con respecto a las cuatro esquinas de su cuadrante correspondiente en la malla definitiva. Se ha empleado el método de rectificación polinómica para obligar a las esquinas a ajustarse totalmente.
 10. Se ha guardado el mosaico en formato *.jpg*.
 11. Se ha cargado el mosaico entero en el GIS junto con la ortofoto del PNOA y las hojas del MTN50.
 12. El mosaico entero se ha georreferenciado y guardado en formato *.ecw* empleando el método de *rubber sheeting* con rectificación por triangulación. Este proceso implica rotaciones, traslaciones y

cambios de escala locales y direccionales, pues implica que el mosaico se deforme y se ajuste de manera exacta con respecto a los puntos de control empleados.

13. El mosaico de rústica se ha georreferenciado mediante la asignación de 40 puntos de control usando la ortofoto del PNOA y las hojas del MTN50 como cartografía auxiliar. Fundamentalmente se han utilizado cruces de caminos y algún edificio antiguo que, aparentemente, haya sufrido pocos cambios, como, por ejemplo, la iglesia.



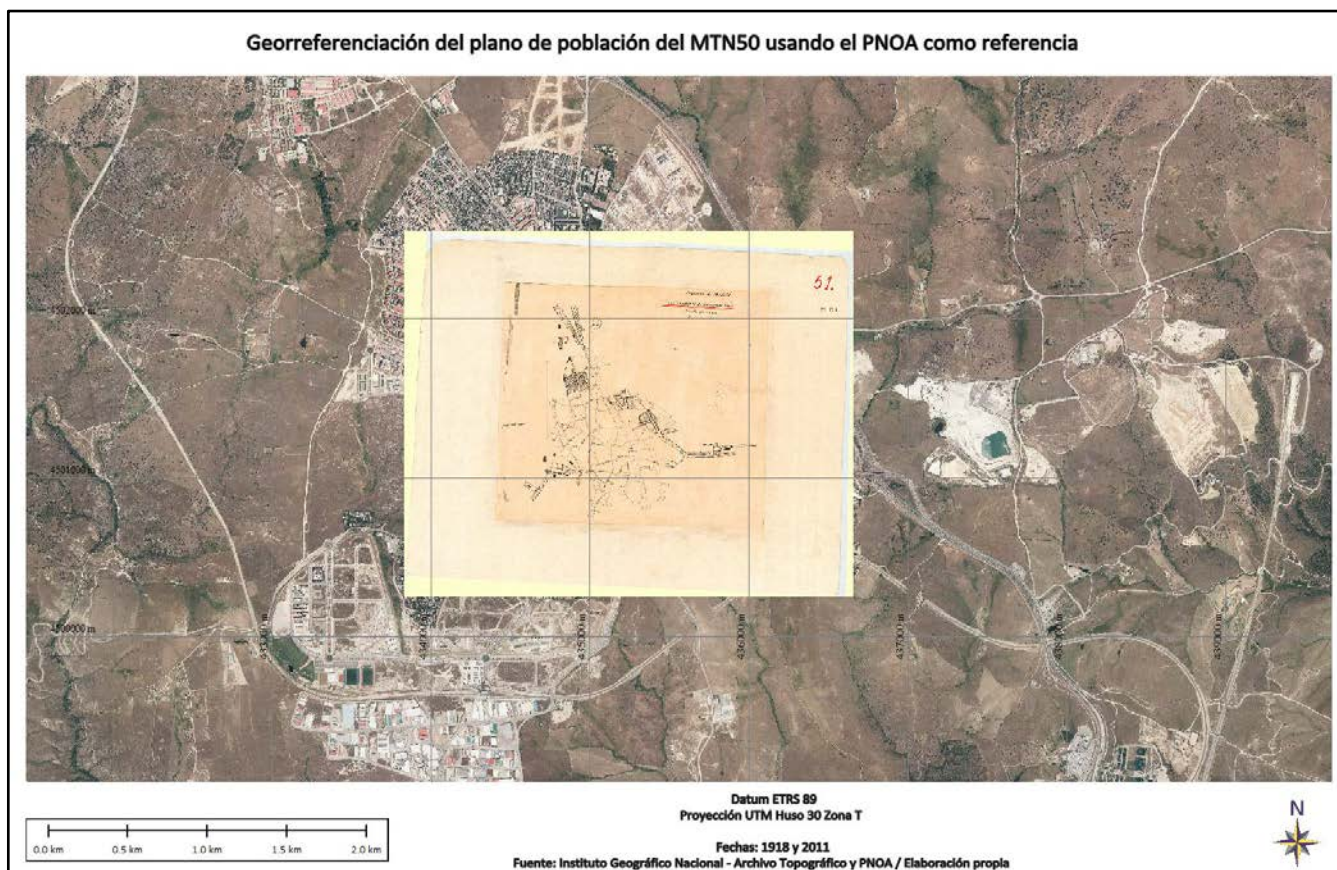
14. El mosaico de urbana se ha georreferenciado mediante la asignación de 60 puntos de control usando la ortofoto del PNOA como guía, tratando de utilizar edificios y cruces de calles que hayan padecido pocas variaciones.



Proceso de georreferenciación de los planos de población de la Topografía Catastral de España

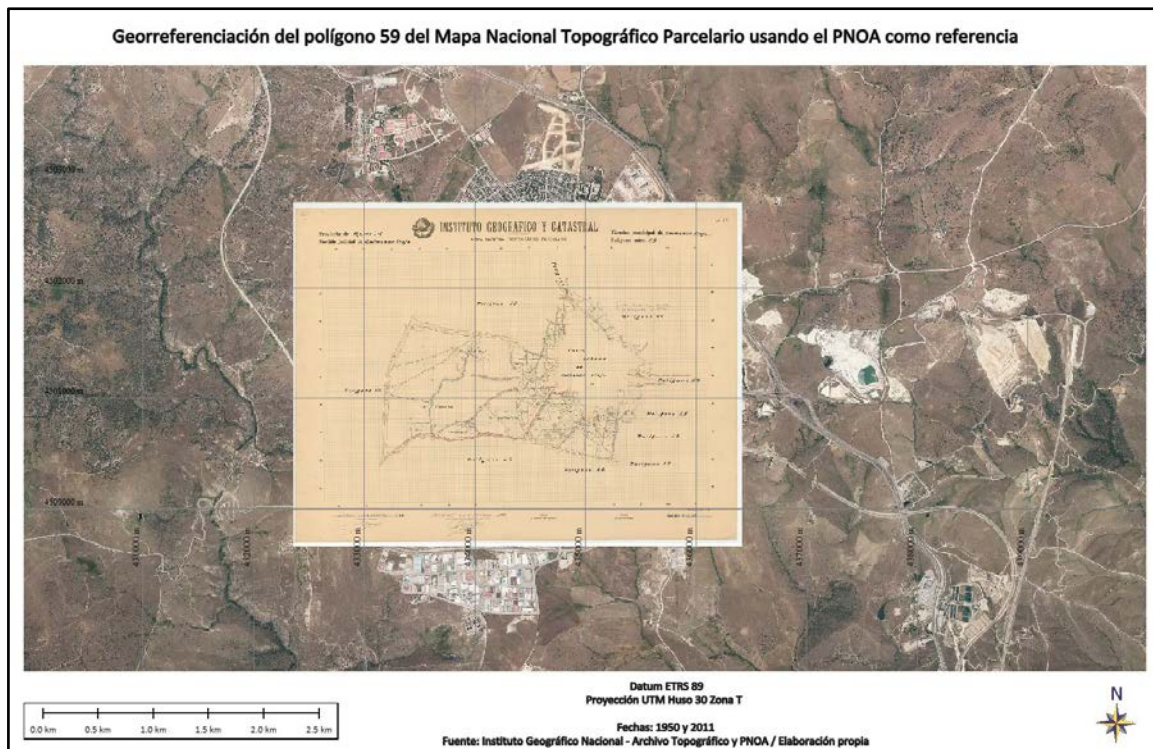
- **5.3.2.2. Trabajos previos del MTN50**

- Los puntos de control empleados para la georreferenciación han sido entre 20 y 30 para las planimetrías y las altimetrías, y 35 para el plano de población.
- La cartografía auxiliar usada para elaborar la georreferenciación de las planimetrías y altimetrías han sido las hojas del MTN50 más próximas en fecha a la de los mapas correspondientes. Para el plano de población se ha utilizado la ortofoto del PNOA.
- A partir de la georreferenciación, se han generado ficheros en formato .ecw que aglutinan todas las planimetrías por un lado, todas las altimetrías por otro, y el plano de población por otro.

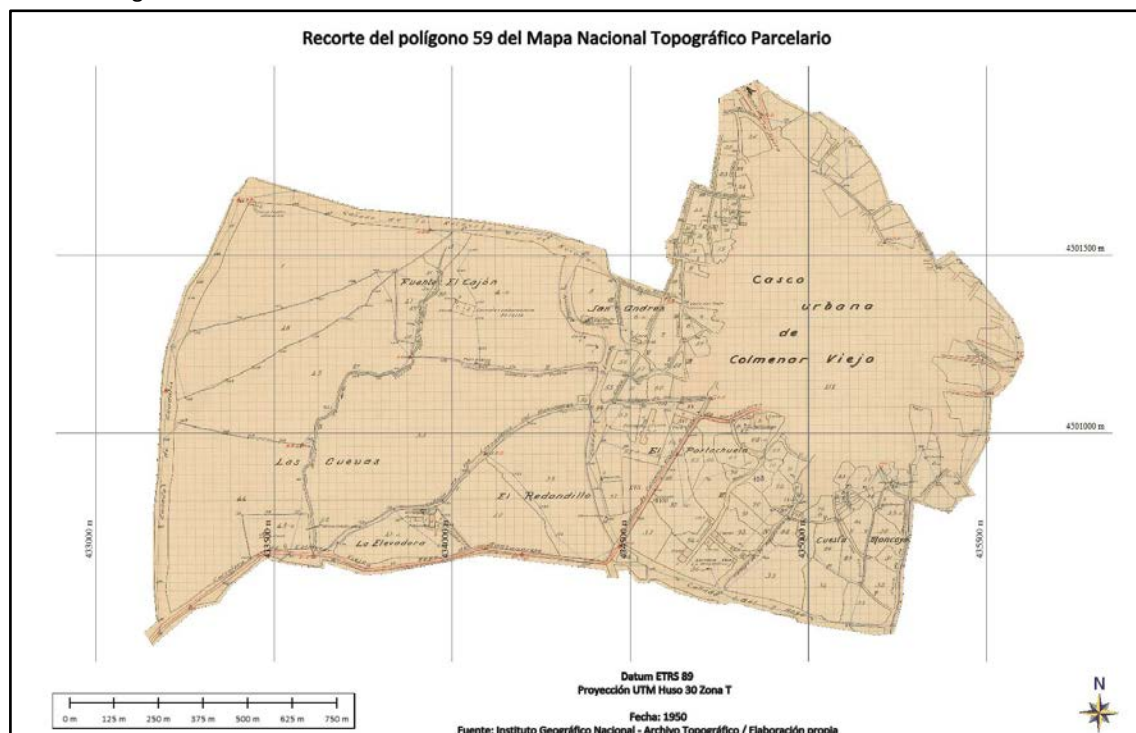


5.3.2.3. Mapa Nacional Topográfico Parcelario

- En primer lugar, para georreferenciar las 65 hojas del Mapa Nacional Topográfico Parcelario, se han modificado y orientado hacia el norte todos los mapas mediante el uso del programa *Adobe Photoshop CS6*.
- En segundo lugar, se ha georreferenciado cada uno de los 65 mapas utilizando la aplicación *Global Mapper 14* mediante la aplicación de un punto de control, usando la ortofoto del PNOA como referencia, y la asignación de la escala (1:5.000).

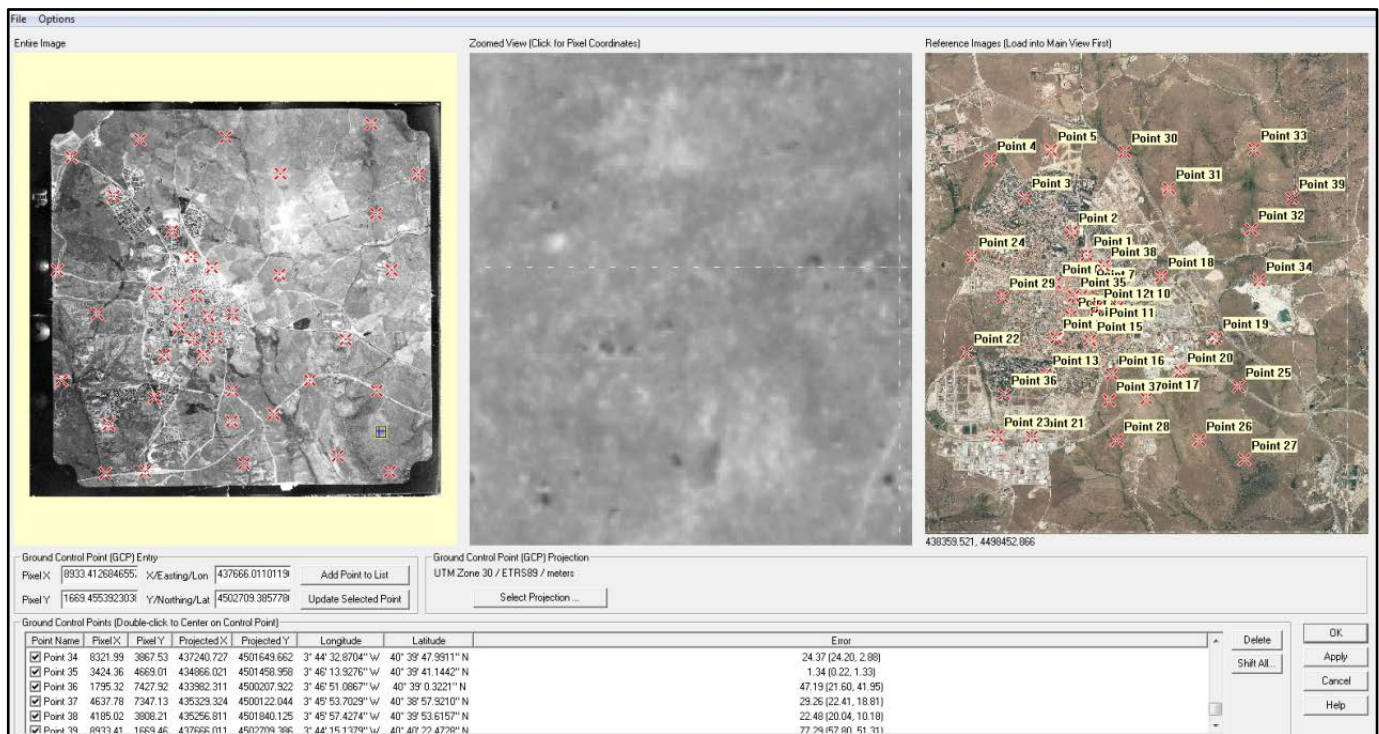


- En tercer lugar, se ha empleado la aplicación *GCP2ECW* para gestionar de manera conjunta la georreferenciación de todos los mapas en base al punto de control y escala correspondientes.
- Posteriormente, se han recortado los 65 mapas mediante la generación de contornos poligonales que incluyen entre 60 y 120 vértices.
- Por último, se han cargado simultáneamente los 65 polígonos recortados, y se han guardado en una única imagen de mosaico en formato *.ecw*.



5.3.2.4. Fotogramas

- Para georreferenciar los fotogramas, se ha debido, en primer lugar, escanear en alta resolución (1.200 ppp) aquellos que venían en formato analógico.
- En segundo lugar, se han georreferenciado todos los fotogramas (tanto los analógicos como los digitales) a partir de imágenes en formato *.jpg*, utilizando como referencia la ortofoto del PNOA. Se han asignado entre 40 y 60 puntos de control por fotograma, ubicados especialmente en el entorno urbano.
- Por último, se han guardado los fotogramas georreferenciados en formato *.ecw*.



Proceso de georreferenciación de los fotogramas

5.3.3. Capas en formato vectorial de las dos estaciones de ferrocarril

Por último, en la preparación de la cartografía, se ha acometido la generación de dos capas nuevas vectoriales de puntos a partir de la ortofoto ráster del PNOA. Estas dos nuevas capas vectoriales se corresponden cada una de ellas con una de las dos estaciones de ferrocarril que ha habido en el pueblo a lo largo de la historia. Estas capas serán necesarias para realizar los análisis de distancias del epígrafe 5.6.

5.4. Salida de campo

El día 29 de mayo de 2013 se ha realizado una salida de campo con el fin de verificar sobre el terreno aquellos aspectos que se intuían *a priori* a raíz de los pasos dados hasta entonces. Por una parte, se han visitado las distintas áreas del núcleo urbano para obtener una impresión visual y cotejar *in situ* los aspectos morfológicos. Por otra parte, se han tomado 125 fotografías de los aspectos más relevantes del núcleo urbano con el fin de incluirlas en el trabajo, si bien finalmente sólo se ha podido adjuntar una en la versión impresa, debido al reducido espacio que debe tener este proyecto. Sin embargo, está previsto presentar alguna más en la defensa pública de este trabajo ante el Tribunal, que tendrá lugar el día 28 de junio de 2013. La salida de campo ha resultado crucial en la explicación de los resultados expuestos en el epígrafe 6 de este trabajo.

5.5. Crecimiento urbano

Este apartado de la metodología está orientado a analizar el crecimiento urbano del núcleo de Colmenar Viejo a lo largo del tiempo conforme a los tres ejes del sistema de referencia: longitud, latitud y altitud.

5.5.1. Elaboración de la cartografía

Este primer epígrafe está enfocado a explicar el procedimiento mediante el cual se ha generado la cartografía urbana para las distintas fechas. Para confeccionarla, se ha seguido, en parte, la metodología propuesta por Valera para estudiar el crecimiento urbano de Valencia (Valera Lozano *et al.*, 2011).

En primer lugar, el mapa vectorial poligonal de parcelas urbanas del Catastro correspondiente al año 2011 ha constituido la base cartográfica para todas las fechas. En segundo lugar, la mancha urbana en cada una de las fechas se ha estudiado mediante la información aportada por la cartografía de 1870, 1918 y 1952, los fotogramas de 1968, 1979, 1983, 1991 y 2002, y las imágenes de satélite de 2011. Por último, el mapa base descrito en primer lugar, cargado en la aplicación GIS *Global Mapper 14*, ha sido editado progresivamente en función de los mapas/fotogramas/imágenes descritos en segundo lugar, con el fin de adecuar la mancha urbana a cada fecha, de tal manera que, para la fecha anterior, se han sustraído las parcelas con respecto al año inmediatamente posterior. Esta edición del mapa se ha realizado empleando técnicas de fotointerpretación e interpretación visual, al cargar simultáneamente el mapa vectorial que debía ser modificado, y el mapa/fotograma/imagen ráster correspondiente a la fecha analizada. Que la edición se haya realizado siempre mediante la sustracción, y nunca mediante la adición de parcelas, se ha debido a que, según la observación de la cartografía empleada y el análisis realizado para generar esta cartografía del núcleo en sus distintas fechas, la mancha urbana siempre ha crecido, y nunca menguado, desde un punto de vista bidimensional; es decir, según el plano formado por los ejes x, y, entendiendo éstos como longitud y latitud, respectivamente.

El hecho de utilizar siempre la misma capa vectorial poligonal ha permitido, por un lado, tener siempre la misma base de parcelas, y, de esta manera, evitar la aparición de posibles desplazamientos inexistentes que pudieran ser computados como falsos cambios; es decir, se ha evitado el surgimiento de *slivers*, que son pequeños polígonos que aparecen cuando se solapan dos o más capas de información, y éstas no coinciden perfectamente en el espacio. Por otro lado, haber empleado una capa vectorial a nivel de detalle, como es un mapa parcelario, ha permitido disponer de una gran riqueza informativa para realizar los análisis que se expondrán en los epígrafes 5.5.2 y 5.6 de este trabajo. Sin embargo, en ningún caso debe entenderse que los deslindes de las parcelas han permanecido inalterados a lo largo del tiempo. Es más, cabe esperar una mayor diferencia parcelaria cuanto mayor diferencia temporal exista entre la fecha que se quiera representar y la actual. Es decir, que aparezcan parcelas en los mapas vectoriales de las distintas fechas no debe ser entendido de tal manera que representan la forma real de las mismas, sino como que el terreno que ocupan esas parcelas en la actualidad estaba ocupado por la mancha urbana en la fecha correspondiente.

Para la edición de la capa vectorial con respecto a la imagen de satélite del año 2011, se han empleado dos técnicas: por un lado, la interpretación visual utilizada en todas las fechas; por otro lado, el programa de teledetección *Erdas Imagine 2011*. Con esta aplicación, se ha analizado la curva espectral de algunos píxeles en los que el uso del suelo no quedaba claro con la simple interpretación visual. Siguiendo las metodologías propuestas tanto por Pérez y García (Pérez González & García Rodríguez, 2013), como por Chuvieco (Chuvieco Salinero, 2002/2006), se ha interpretado que, en todos los casos, su uso se ha manifestado finalmente como de tipo urbano. De esta manera, se ha incorporado al trabajo la puesta en práctica de una de las TIG mencionadas al principio: la teledetección.

Por su parte, la edición del mapa vectorial conforme a la mancha urbana del año 1952 ha resultado complicada, pues el Mapa Nacional Topográfico Parcelario sólo se confeccionó para zonas rústicas, no para urbanas. En este caso, se han eliminado aquellas parcelas que aparecían en la capa vectorial correspondiente a 1968, y que, claramente, no aparecían en el mapa de 1952 por hallarse en zonas todavía rústicas en la fecha más antigua. Sin embargo, las zonas urbanas del interior del núcleo no han podido ser modificadas, dado que no se disponía de información del mismo. Por tanto, se ha optado por dejarlas igual que en 1968.

Por último, para la edición de la capa vectorial con respecto al plano de población de 1918 ha surgido el problema de que la información en él contenida no es a nivel de parcelas, sino de manzanas. De esta manera, cabían dos opciones: bien se utilizaba como mapa vectorial base una cartografía de manzanas, en lugar de un mapa de parcelas; bien se eliminaban o mantenían todas las parcelas de una manzana en su conjunto, sin posibilidad de discriminar. Ambas opciones presentaban ventajas e inconvenientes. Sin embargo, teniendo en cuenta las variaciones que hubieran podido surgir en los análisis realizados en los epígrafes 5.5.2 y 5.6. de este trabajo, se ha decidido emplear la segunda opción y continuar usando mapas parcelarios, ya que se

ha estimado que el error de editar todas las parcelas en conjunto según su manzana resultaba menor que cambiar de marco referencial y comenzar a trabajar con un mapa de manzanas para este caso único.

5.5.2. Análisis del crecimiento

Una vez observado que el crecimiento urbano ha experimentado una constante expansión a lo largo del tiempo, este epígrafe está orientado a evaluar y analizar las pautas que ha seguido dicho crecimiento. Para ello, en este tema se han perseguido dos objetivos.

En primer lugar, se ha cuantificado ese crecimiento desde un punto de vista bidimensional conforme al plano XY determinado por la longitud y la latitud. Para ello, se ha evaluado la superficie total de la mancha urbana y diversos estadísticos relacionados con el crecimiento en superficie.

En segundo lugar, se ha evaluado si, además, ha existido un crecimiento tridimensional, al haberse extendido el núcleo urbano adicionalmente conforme al eje z, entendiendo éste como altitud o altura. Sin embargo, dado que la información disponible es una cartografía sólo bidimensional, ha resultado necesario apoyarse en alguna información auxiliar. Por esta razón, se ha estudiado la variación de la densidad de población a lo largo del tiempo. Las causas relacionadas con cambios en la densidad de población son de índole morfológica (tamaño de la vivienda), económica (número de personas por vivienda), legal (relación entre la parte edificada y la no edificada de cada parcela), sociocultural (existencia de corrales, jardines, piscinas, equipamientos deportivos comunes...), ambiental y otras. Ninguna de estas variables resulta explicativa por sí misma, sino que la causa termina siendo una combinación lineal de todas ellas. De entre todas las causas existentes, este estudio se centra en el crecimiento en altura, entendiendo que, si se practica un análisis *ceteris paribus*, se puede inferir que, manteniendo el resto de variables constantes, si aumenta el número de viviendas por unidad de superficie al haber un crecimiento en altura, se debe observar también un aumento de la densidad de población, ya que ambas variables presentan una relación directa. Por tanto, si se analiza el comportamiento de la segunda variable, se pueden interpretar los cambios de la primera.

Este análisis incluye varios datos estadísticos: por una parte, aquellos extraídos del análisis realizado al mapa vectorial parcelario confeccionado para cada fecha mediante la aplicación *ArcGIS 10.1* con soporte del programa de cálculo *Microsoft Excel 2010*; por otra parte, aquellos extraídos de los Censos de población del INE y del Nomenclátor del IGN. Los estadísticos son los siguientes:

- Superficie total de la mancha urbana: se ha tomado sumando la extensión individual de todas las parcelas existentes en cada una de las fechas.
- Número de parcelas, superficie media de las parcelas y desviación típica del área de las parcelas: estos tres estadísticos han de tomarse con cautela. Como se ha explicado en el epígrafe 5.5.1, las formas de las parcelas no deben ser entendidas como inalteradas a lo largo del tiempo, sino que deben ser concebidas como que el terreno ocupado actualmente por esas parcelas era zona urbana en el momento que se desea estudiar. Ahora bien, también es cierto que las variaciones parcelarias han sido, en general, modestas, especialmente en las zonas construidas más recientemente. Por tanto, aunque estos estadísticos no puedan considerarse como datos precisos, sí que pueden aceptarse como una buena aproximación.
- Población: para estimar los habitantes en el momento en que se ha realizado la cartografía correspondiente, se han tomado los datos de los dos Censos de población más cercanos en el tiempo a la fecha del mapa [los datos de los Censos de población están recogidos en el epígrafe 4.4 de este trabajo]. A partir de una función lineal entre ambos datos, se ha estimado cuál sería la población de Colmenar Viejo en el año del mapa/fotograma/imagen correspondiente. Sólo se han tenido en cuenta para el cálculo los años completos, sin entrar en disquisiciones sobre el mes y día exactos de los distintos fotogramas, mapas y estadísticas, ya que en muchos casos dicha información no está disponible. Sin embargo, el total de la población de Colmenar Viejo se ha modificado y proyectado teniendo en cuenta que han quedado excluidos tanto Tres Cantos como las urbanizaciones situadas en el extremo oriental del municipio (ver epígrafe 3). Por consiguiente, han de tenerse en cuenta las siguientes circunstancias:
 - La población de las urbanizaciones situadas en el extremo oriental se ha restado del total. Según la estadística recogida en el epígrafe 4.4 de este trabajo, estas urbanizaciones tienen actualmente una población total de 1.391 habitantes. Según la página web www.ciudalcampo.org/plan-parcial, el Plan Parcial de la Pesadilla, que afectó a la construcción de estas urbanizaciones, data del 10 de enero de 1968, y fue modificado en el año 1972. Dado que ninguno de los fotogramas analizados en este trabajo cubren esta zona, no ha podido cotejarse dicha información con la nuestra. Por tanto, a modo de estimación, se ha entendido que los primeros

habitantes comenzaron a residir en 1975, y, para la proyección de su población, se ha definido una función lineal desde 0 habitantes en 1975 hasta 1.391 habitantes en 2011.

- La población de Tres Cantos se ha restado del total en todas las series desde 1982, fecha en que comenzaron a habitar los primeros residentes (ver epígrafe 3 de este trabajo).
- Densidad de población: se ha obtenido dividiendo la población entre la superficie total de la mancha urbana.

5. 6. Análisis de la influencia del ferrocarril sobre el crecimiento urbano

Una vez analizado el crecimiento del núcleo urbano, en general, en este epígrafe se ha estudiado, en particular, la influencia que ha tenido el ferrocarril sobre dicho crecimiento. Todos los apartados de este epígrafe se han desarrollado mediante el uso de la aplicación GIS ArcGIS 10.1 en su extensión correspondiente a datos vectoriales.

5.6.1. Tendencia central

El primer estudio que se ha abordado incluye el análisis de la tendencia central de las parcelas según fechas. Las medidas de tendencia central son unos estadísticos que dan una idea general de las pautas de comportamiento de los datos analizados en base a la localización del *centro* de esos datos –entendiendo que existen varios tipos de *centros*-. En nuestro caso, las variaciones geográficas de las medidas de tendencia central a lo largo del tiempo aportan información sobre las direcciones que ha seguido el crecimiento urbano.

Estos estadísticos pueden ser ponderados según diversos criterios asociados a los datos. En nuestro caso, la ponderación se ha establecido según el área de las parcelas, de tal manera que se ha asignado un mayor peso específico en el análisis a las parcelas con mayor superficie. Esta ponderación se ha acometido teniendo en cuenta que lo que se trata de evaluar es la dirección del crecimiento de la superficie total urbanizada y construida. Por tanto, resulta necesario que aquellas parcelas que tienen una mayor superficie individual resulten más relevantes sobre los análisis de la superficie total.

Las medidas de tendencia central analizadas son las siguientes:

- Entidad central: observa, de entre las figuras analizadas, aquella que está situada en una localización más próxima al centro geométrico.
- Mediana: estudia la localización que minimiza las distancias al resto de parcelas según la distancia euclidiana.
- Media: analiza el centro geográfico de la estadística analizada.
- Distribución direccional: crea elipses de desviación típica resumiendo características, tales como la tendencia central, la dispersión, la tendencia direccional, etc. Este es el estadístico más complejo de entre los empleados en este primer estudio.

5.6.2. Distancia entre las estaciones y la mancha urbana

En el marco del estudio de la influencia del ferrocarril sobre la mancha urbana, el segundo análisis que se ha acometido es la distancia que separa las estaciones ferroviarias de las parcelas de dicha mancha urbana. Para ello, en este epígrafe se han investigado varios tipos de distancias que relacionan, por un lado, las dos ubicaciones de las estaciones, y, por otro lado, las diferentes parcelas, a lo largo del período analizado.

Este análisis se ha elaborado siguiendo la siguiente metodología: en primer lugar, se ha generado un mapa vectorial de puntos que representan los centroides de los polígonos parcelarios en las distintas fechas. En segundo lugar, se han utilizado tanto esta nueva capa de puntos de los centroides, como las dos capas vectoriales puntuales de las estaciones ferroviarias antigua y nueva. En tercer lugar, mediante la función *Point Distance* del programa informático, se han calculado varios estadísticos en dos series diferenciadas: una para la estación antigua, que abarca el período comprendido entre 1870 y 1968 (la estación antigua se clausuró en 1955), y otra para la estación nueva que incluye los años desde 1952 hasta la actualidad (la estación nueva se abrió al tráfico en 1968).

Dichos estadísticos son los siguientes:

- Distancia mínima: es la distancia entre la estación y la parcela situada más cerca de la misma.
- Distancia máxima: es la distancia entre la estación y la parcela situada más lejos de la misma.
- Distancia media: es la distancia media entre todas las parcelas del núcleo urbano y la estación.
- Desviación típica de estas distancias.

Una vez obtenidos los estadísticos, se ha estudiado su variación a lo largo del tiempo. Variaciones longitudinales en los diferentes tipos de distancia pueden significar crecimientos en la dirección de la estación ferroviaria o de espaldas a la ubicación de ésta.

5.6.3. Análisis de búffer múltiple

El último análisis realizado en este epígrafe observa la evolución a lo largo del tiempo de la porción de mancha urbana afectada por las diferentes áreas de influencia de las estaciones ferroviarias. Para ello, se ha acometido un análisis *búffer*, con el objetivo de realizar una valoración similar a la que practica Serrano para el estudio de la influencia de las carreteras sobre el territorio (Serrano Cambroner, 2001 y Serrano Cambroner, 2002).

La metodología seguida para elaborar este epígrafe ha sido la siguiente:

En primer lugar, se ha generado un *búffer* de distancia múltiple centrado en cada una de las dos estaciones. Para ello, se han distinguido cuatro franjas de cobertura: de 0 a 300 metros, de 300 a 600 metros, de 600 a 900 metros, y más de 900 metros. Estas distancias han sido elegidas emulando el modelo de Gutiérrez que plantea que “a una velocidad de 4,5 km/h, y aceptando un índice de rodeo medio de 1,2, característico de un viario ortogonal, las isolíneas de los 300 y 600 metros se corresponden aproximadamente con unos tiempos de 5 y 10 minutos, respectivamente, que constituyen barreras psicológicas en los desplazamientos peatonales” (Gutiérrez Puebla *et al.*, 2000). Por tanto, las distancias de 300 y 600 metros han sido tomadas directamente de este modelo, y, además, se ha ampliado el patrón hasta los 900 metros, que serían los correspondientes a un desplazamiento de 15 minutos a pie. Por consiguiente, este análisis *búffer* trata de simular los tiempos necesarios para recorrer andando las distancias entre las parcelas y las estaciones ferroviarias, y, de este modo, observar la posibilidad de caminar esas distancias con el fin de realizar posteriormente un transporte por ferrocarril. Las distancias elegidas han sido las euclidianas, y no las Manhattan, al considerar que, en algunas fechas, la estación ferroviaria se hallaba tan retirada del núcleo urbano, que buena parte de los trayectos se podían realizar a través de eriales, y, por tanto, el trazado de las calles no tenía una influencia relevante. En segundo lugar, se ha realizado una suma de los metros cuadrados de las parcelas -o porciones de éstas- que se hallaban en las distintas franjas de cobertura para las diferentes fechas, exponiendo estos datos tanto en términos absolutos como en valoraciones relativas.

Por último, se ha realizado un análisis sobre los cambios observados en estos datos a lo largo del tiempo, tratando de estudiar si el porcentaje de la mancha urbana en cada una de las franjas ha aumentado o disminuido en el tiempo, y, de esta manera, tratar de analizar si el crecimiento urbano ha seguido la dirección de la estación ferroviaria, o si, por el contrario, su expansión no ha experimentado la influencia de este medio de transporte.

6. RESULTADOS

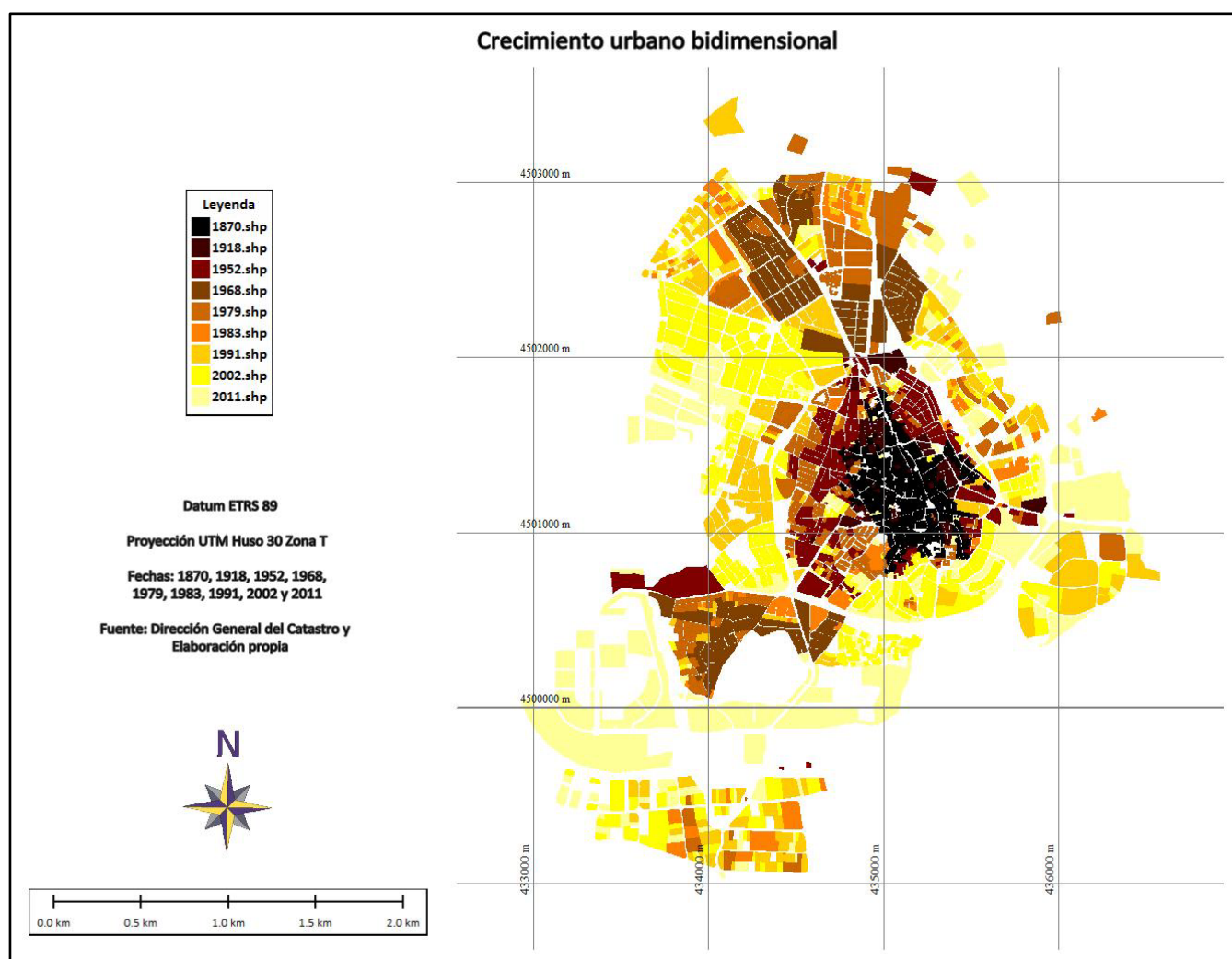
Este epígrafe del trabajo está dedicado a exponer y analizar los resultados obtenidos al aplicar la metodología planteada en los apartados 5.5 y 5.6 de este proyecto. La presentación de estos resultados se ha estructurado en dos grandes conjuntos: por una parte, se ha mostrado la variación individual de cada variable a lo largo de la serie temporal completa; por otra parte, se ha presentado el resultado del conjunto de las variables para cada uno de los periodos temporales estudiados.

6.1. Variación individual de cada variable a lo largo de la serie temporal completa

Este primer epígrafe de los resultados tiene por objetivo presentar la evolución a lo largo del tiempo de cada una de las variables contenidas en los diferentes análisis aplicados a nuestros datos.

6.1.1. Crecimiento urbano

Este primer apartado está orientado a exponer y analizar la evolución del crecimiento urbano del núcleo de Colmenar Viejo a lo largo del tiempo.



En primer lugar, se ha analizado el crecimiento urbano en superficie.

Por un lado, si se observa, en general, la mancha del núcleo actual, se puede afirmar que es bastante compacta y continua. Esto significa que el crecimiento ha tenido lugar mediante agregaciones al núcleo primitivo sin observarse, apenas, zonas aisladas y disgregadas del casco [aunque ha de tenerse en cuenta que, en este trabajo, tal y como se ha expuesto en el epígrafe 3, se han dejado al margen del estudio tanto las urbanizaciones situadas en el extremo oriental del municipio, como el núcleo de Tres

Cantos, precisamente por estar desligados de Colmenar].

Por otro lado, si se analiza el desarrollo urbano por períodos, hay que confirmar que la expansión ha sido continua, pues la superficie total urbanizada registra crecimientos positivos en todas las épocas. Además, cabe señalar lo siguiente:

- Por una parte, el casco histórico presenta un tamaño reducido en relación a la superficie actual. Por tanto, se puede inferir que el crecimiento en el plano XY ha sido notable. Asimismo, el núcleo primitivo se halla en el centro de la mancha urbana actual. Por consiguiente, se puede deducir que ha existido, en cierta medida, crecimiento en todas direcciones, si bien hay que matizar que el desarrollo a lo largo del eje norte-sur ha sido mayor que conforme a la dirección este-oeste.

	Superficie total de la mancha urbana (m ²)	Número de parcelas	Superficie media de las parcelas (m ²)	Desviación típica del área de las parcelas (m ²)	Población (hab)	Densidad de población (hab/km ²)
Censo 1860					4.415	
1870	253.013	1.207	209,62	258,64	4.421	17.473,41
Censo 1877					4.425	
<i>Incremento total 1870-1918</i>	<i>39,76%</i>	<i>30,07%</i>	<i>7,45%</i>	<i>115,04%</i>	<i>41,87%</i>	<i>1,51%</i>
Incremento anual 1870-1918	0,83%	0,63%	0,16%	2,40%	0,87%	0,03%
Censo 1910					5.753	
1918	353.618	1.570	225,23	556,18	6.272	17.736,65
Censo 1920					6.402	
<i>Incremento total 1918-1952</i>	<i>96,37%</i>	<i>72,23%</i>	<i>14,01%</i>	<i>98,40%</i>	<i>31,79%</i>	<i>-32,88%</i>
Incremento anual 1918-1952	2,83%	2,14%	0,41%	2,89%	0,94%	-0,97%
Censo 1950					8.239	
1952	694.387	2.704	256,80	1.103,44	8.266	11.904,02
Censo 1960					8.375	
<i>Incremento total 1952-1968</i>	<i>66,98%</i>	<i>32,29%</i>	<i>26,23%</i>	<i>6,29%</i>	<i>45,21%</i>	<i>-13,04%</i>
Incremento anual 1952-1968	4,19%	2,02%	1,64%	0,39%	2,83%	-0,82%
Censo 1960					8.375	
1968	1.159.490	3.577	324,15	1.172,80	12.003	10.351,97
Censo 1970					12.910	
<i>Incremento total 1968-1979</i>	<i>47,19%</i>	<i>25,92%</i>	<i>16,90%</i>	<i>15,40%</i>	<i>62,20%</i>	<i>10,20%</i>
Incremento anual 1968-1979	4,29%	2,35%	1,54%	1,40%	5,65%	0,93%
Censo 1970					12.910	
1979	1.706.654	4.504	378,92	1.353,41	19.469	11.407,70
Censo 1981					20.927	
<i>Incremento total 1979-1983</i>	<i>12,95%</i>	<i>4,11%</i>	<i>8,50%</i>	<i>4,85%</i>	<i>10,19%</i>	<i>-2,44%</i>
Incremento anual 1979-1983	3,24%	1,03%	2,13%	1,21%	2,55%	-0,61%
Censo 1981					20.927	
1983	1.927.690	4.689	411,11	1.419,11	21.453	11.128,86
Censo 1991					23.558	
<i>Incremento total 1983-1991</i>	<i>35,60%</i>	<i>19,47%</i>	<i>13,50%</i>	<i>7,20%</i>	<i>9,81%</i>	<i>-19,02%</i>
Incremento anual 1983-1991	4,45%	2,43%	1,69%	0,90%	1,23%	-2,38%
Censo 1991					23.558	
1991	2.613.965	5.602	466,61	1.521,25	23.558	9.012,36
Censo 1991					23.558	
<i>Incremento total 1991-2002</i>	<i>32,48%</i>	<i>33,72%</i>	<i>-0,93%</i>	<i>-1,86%</i>	<i>49,56%</i>	<i>12,89%</i>
Incremento anual 1991-2002	2,95%	3,07%	-0,08%	-0,17%	4,51%	1,17%
Censo 2001					34.176	
2002	3.463.035	7.491	462,29	1.492,97	35.233	10.174,02
Censo 2011					44.749	
<i>Incremento total 2002-2011</i>	<i>39,33%</i>	<i>8,64%</i>	<i>28,25%</i>	<i>64,43%</i>	<i>27,01%</i>	<i>-8,84%</i>
Incremento anual 2002-2011	4,37%	0,96%	3,14%	7,16%	3,00%	-0,98%
Censo 2011					44.749	
2011	4.824.962	8.138	592,89	2.454,90	44.749	9.274,48

- Por otra parte, en una primera etapa, que incluye desde el comienzo de la serie hasta 1952, el crecimiento ha sido modesto, con incrementos anuales por debajo del 3%, y ha tenido lugar, fundamentalmente, hacia el este y el oeste del núcleo primitivo. Posteriormente, en las décadas comprendidas entre 1950 y 2000, la mancha urbana ha sufrido un crecimiento notable, con incrementos anuales superiores al 3%, y se ha localizado, básicamente, al norte y al sur del núcleo, presentando una cierta desconexión física con respecto a la zona urbanizada hasta entonces. Por último, en los 10 años finales, se ha registrado un crecimiento urbano muy importante, con incrementos anuales superiores al 4%, que se ha orientado, sobre todo, en direcciones oeste –dirigido a rellenar algunos vacíos de trama urbana aparecidos en la etapa anterior-, y sur –enfocado a nuevas expansiones junto a la estación de Cercanías-. Todo ello indica que el crecimiento de la mancha urbana ha sufrido un crecimiento total exponencial, puesto que han ido aumentando los incrementos parciales sobre una superficie cada vez mayor.

En segundo lugar, se ha estudiado el crecimiento demográfico. Por un lado, el aumento de la población ha sido constante a lo largo de toda la serie histórica, pues todos los períodos presentan signo positivo. Si se pormenorizan estos datos, se observan en la primera etapa crecimientos demográficos reducidos, con incrementos anuales inferiores al 1% entre 1870 y 1952. A partir de esa fecha, los crecimientos han sido notables, si bien han experimentado altibajos; por un lado, ha habido fuertes aumentos, superiores al 4%, en los períodos 1968-79 y 1991-2002; por otro lado, se han registrado adiciones más modestas, en torno al 2,5%-3%, en los períodos 1952-68, 1979-83 y 2002-2011, e incluso algo inferiores en el período 1983-91.

Por último, se ha evaluado la densidad de población, con el fin de inferir posibles crecimientos en altura. La tendencia de esta variable es cambiante a lo largo de la serie histórica, pues se suceden los signos positivo y negativo en los distintos períodos consecutivos. Sin embargo, la magnitud de estos cambios ha permanecido, en general, muy modesta, registrándose variaciones anuales siempre inferiores a $\pm 2,5\%$, siendo la mayoría de las veces incluso inferiores a $\pm 1\%$. Por tanto, si se observa solamente la estadística relativa a la densidad de población, no se pueden deducir resultados concluyentes en cuanto al crecimiento urbano en altura. Ahora bien, la salida de campo, mencionada en el epígrafe 5.4 del trabajo, aporta una rica información que complementa y ayuda a explicar estos datos. Combinando ambas técnicas, se puede afirmar que, en general, sí ha existido un crecimiento en altura a lo largo del tiempo, especialmente en algunas épocas. Sin embargo, este crecimiento en altura ha ido aparejado también de un crecimiento en superficie, al haberse ampliado las zonas no construidas de las parcelas, como, por ejemplo, mediante la aparición de jardines. Por tanto, el crecimiento en altura ha ido vinculado a un crecimiento en superficie, por lo que la resultante final, representada mediante la densidad de población, ha permanecido prácticamente constante.

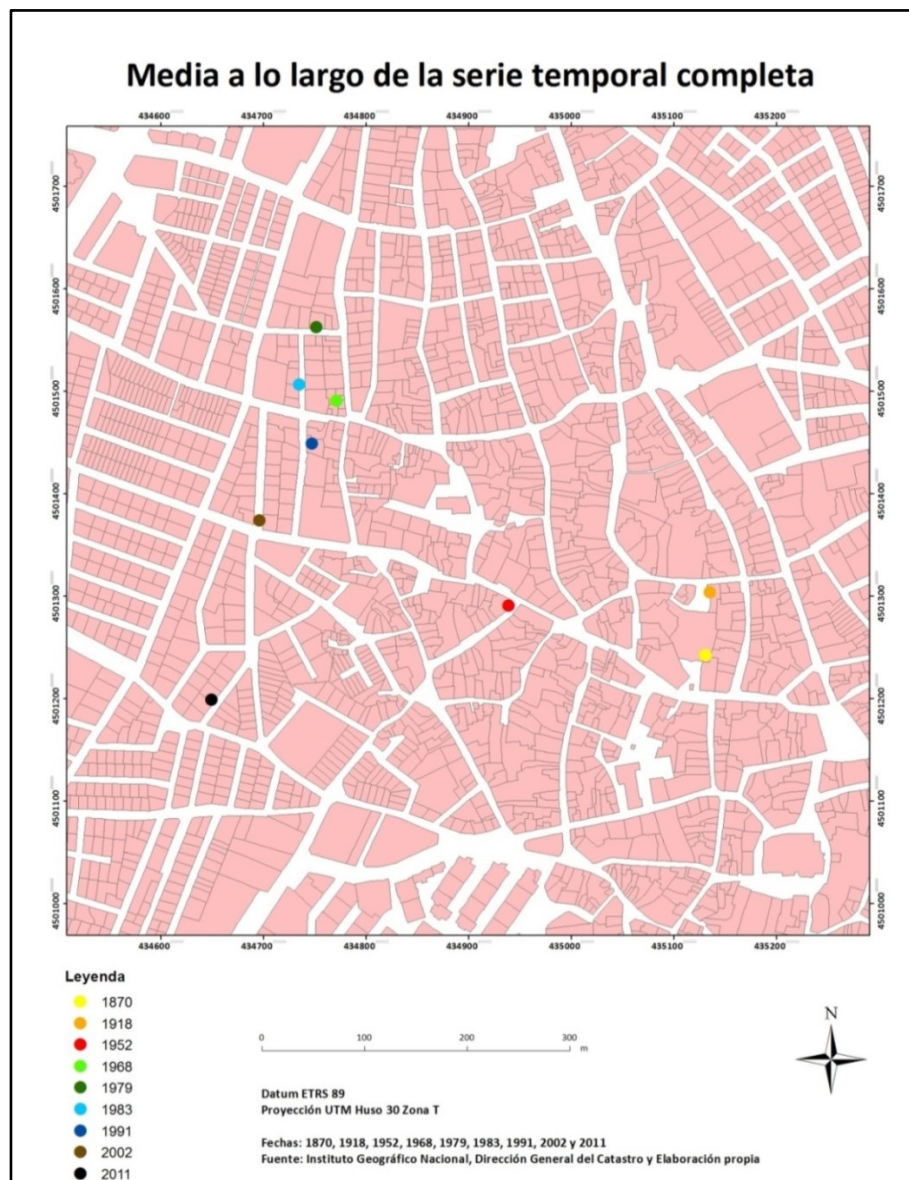
6.1.2. Análisis de la influencia del ferrocarril sobre el crecimiento urbano

Este segundo apartado está orientado a analizar la influencia que ha ejercido el ferrocarril sobre el crecimiento recién descrito. Para ello, se han aplicado tres tipos de análisis: tendencia central, distancia entre las estaciones y la mancha urbana, y análisis de *búffer* múltiple.

6.1.2.1. Tendencia Central

Las variaciones geográficas a lo largo del tiempo de las medidas de tendencia central aportan información sobre las direcciones del crecimiento urbano. Se han estudiado cuatro tipos de medidas: entidad central, mediana, media y distribución direccional.

En primer lugar, el análisis de los tres primeros estadísticos –entidad central, mediana y media- arroja resultados muy similares entre ellos. Por un lado, su localización se halla en todos los casos en alguna ubicación muy céntrica del casco de población. Por otro lado, las variaciones parciales en las distintas etapas son inferiores a 300 metros en todos los casos. Por último, la tendencia de desplazamiento que se observa para estos estadísticos, es, durante el período 1870-1979, desde el centro histórico de la urbe hacia el noroeste, siendo este proceso especialmente intenso durante la etapa 1952-1979. Esto significaría que el crecimiento de la zona construida en este período habría seguido un sentido contrario a la situación de las dos estaciones de ferrocarril. Sin embargo, desde finales de los años 1970 hasta la actualidad, la tendencia de desplazamiento de los estadísticos ha seguido dirección suroeste y sur, lo cual indicaría que el pueblo estaría creciendo desde hace 30 años en dirección a la nueva estación, siendo la tendencia especialmente acusada en el período 2002-2011, coincidiendo con la apertura del servicio de Cercanías.



En segundo lugar, el análisis de la distribución direccional aporta las siguientes conclusiones: por una parte, el centro de la elipse varía geográficamente siguiendo las mismas pautas que los otros tres estadísticos de tendencia central recién expuestos. Por otra parte, el tamaño de la elipse es cada vez mayor, lo cual denota el crecimiento constante de la mancha urbana. En tercer lugar, la excentricidad de la elipse cambia a lo largo de la serie temporal: en una primera etapa, la relación entre los semiejes mayor y menor es relativamente pequeña; sin embargo, posteriormente aumenta de manera considerable en el período 1952-1991; por último, desde el año 1991 vuelve a menguar. Esto significa que en los períodos en que la excentricidad aumenta, está ocurriendo un crecimiento urbano longitudinal en la dirección del semieje mayor. Por último, esta dirección del semieje mayor también varía con el tiempo: en una primera etapa, se presenta en sentido noroeste-sureste; sin embargo, en los años 1950, se gira en ángulo recto, situándose en sentido noreste-suroeste; desde entonces hasta la actualidad se sitúa prácticamente constante en dirección norte/noreste – sur/suroeste. Estas direcciones confirman la disposición de la mancha urbana, que, como se ha mencionado en el apartado 6.1.1, se ha desarrollado con mayor intensidad a lo largo del eje norte-sur que conforme a la dirección este-oeste.



6.1.2.2. Distancia entre las estaciones y la mancha urbana

En el segundo apartado de este análisis de la influencia del ferrocarril sobre el crecimiento, se han estudiado varios estadísticos relacionados con las distancias que vinculan, por un lado, las dos estaciones ferroviarias, y, por otro lado, las parcelas del núcleo urbano según fechas. Variaciones longitudinales en los diferentes tipos de distancia pueden significar crecimientos en la dirección de la estación ferroviaria o en contra de la ubicación de ésta.

Por una parte, con respecto a la estación antigua, se observa, en primer lugar, que la distancia media de las parcelas construidas a la estación fue aumentando a lo largo de toda la serie temporal, tanto en términos absolutos, pues pasó de los poco más de 700 metros en 1870, hasta los casi 1100 metros cien años después, como en términos relativos, ya que los aumentos anuales crecieron de manera constante. En segundo lugar, la distancia mínima registró un notable descenso en la primera etapa, debido a la construcción de algunas parcelas cerca de la estación. Sin embargo, a partir de ese momento no se construyeron nuevos edificios a menor distancia en las etapas siguientes. En tercer lugar, la distancia máxima aumentó de forma continuada a lo largo de toda la serie temporal, especialmente durante el período 1918-52. Todo ello implica que la desviación típica de las distancias aumentara a lo largo de toda la serie tanto en términos absolutos como en variaciones relativas.

Estos datos muestran, por un lado, que la estación antigua apenas ejerció influencia en el crecimiento urbano de Colmenar Viejo, dado que la distancia media aumentó casi un 50% en total; por otro lado, que su presencia supuso una mayor disgregación del núcleo urbano con respecto a la estación, dado que la desviación típica aumentó más de un 140% en total.

Año	Distancia mínima (m)	Distancia máxima (m)	Distancia media (m)	Desviación típica (m)
1870	244,02	1108,31	737,70	194,56
<i>Incremento 1870-1918</i>	<i>-81,21%</i>	<i>17,36%</i>	<i>1,59%</i>	<i>6,85%</i>
1918	45,85	1300,75	749,44	207,88
<i>Incremento 1918-1952</i>	<i>0%</i>	<i>78,84%</i>	<i>15,55%</i>	<i>35,66%</i>
1952	45,85	2326,30	866,01	282,01
<i>Incremento 1952-1968</i>	<i>0%</i>	<i>0,80%</i>	<i>24,38%</i>	<i>67,23%</i>
1968	45,85	2344,81	1077,16	471,60

Por otra parte, con respecto a la estación nueva, se observa, en primer lugar, un aumento de la distancia media desde el inicio de la serie, a principios de los años 1950, hasta finales de los años 1980, siendo especialmente intenso en el período 1952-1968. Sin embargo, a partir de principios de los años 1990, esta situación cambió de signo, y la distancia media comenzó un suave descenso hasta la actualidad. En segundo lugar, la distancia mínima no varió en toda la serie, puesto que ya en 1952 se había construido una caseta junto a la estación, que es el edificio más cercano a la misma hasta ahora. En tercer lugar, la distancia máxima registró un leve aumento cercano al 7% a lo largo de toda la serie. Por último, la desviación típica de las distancias sufrió un incremento superior al 133% en total, observándose aumentos en prácticamente todos los períodos.

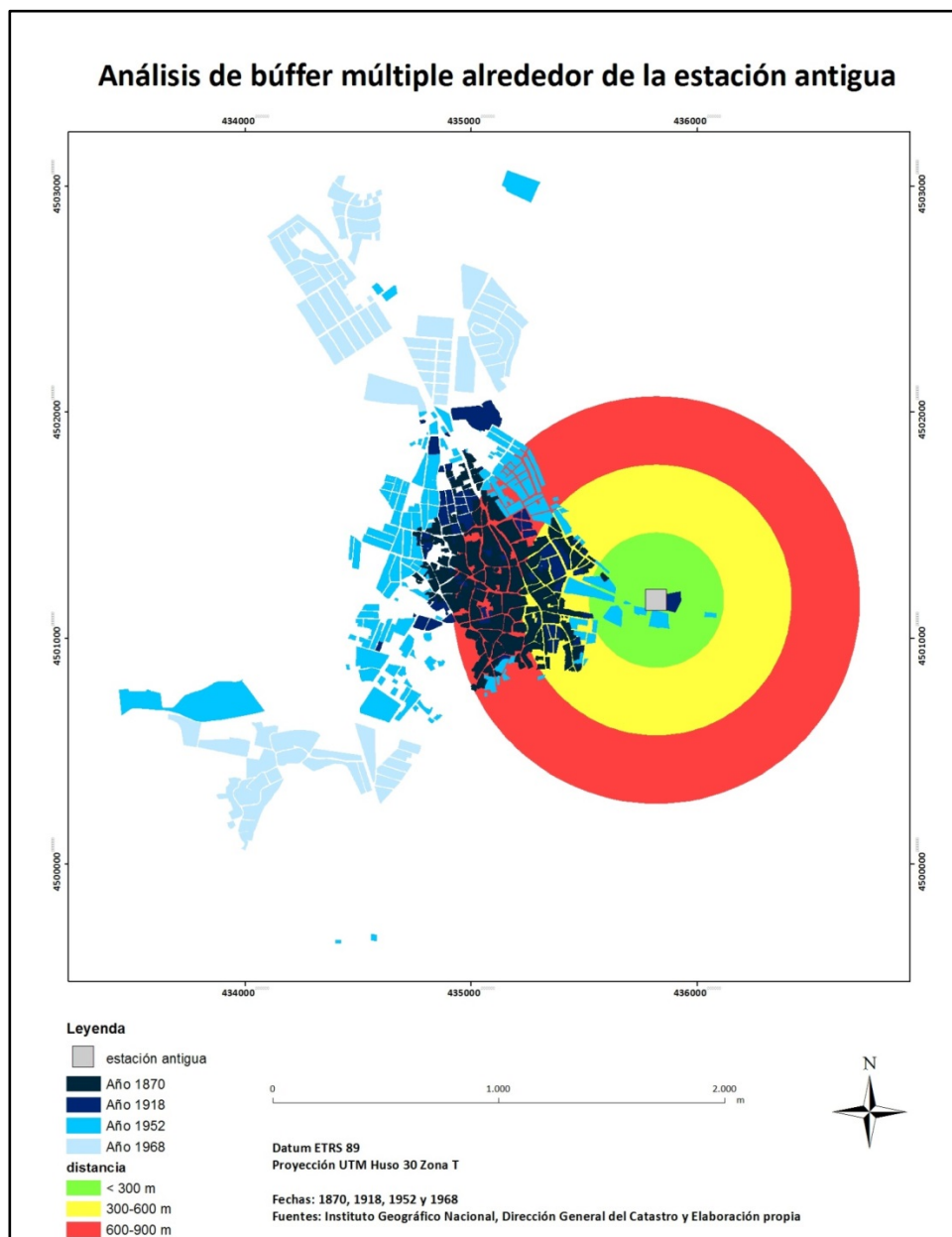
Estas estadísticas muestran, en primer lugar, que, aparentemente, desde principios de los años 1950 hasta principios de los años 1990, la nueva estación influyó sólo débilmente en el crecimiento del núcleo urbano, ya que la distancia media aumentó un 8,6% en total, o un 0,22% anual. Ahora bien, conviene también destacar que esta contribución resultó menos negativa (un 53% anual menor) que la de la estación antigua en su etapa. En segundo lugar, el análisis expone, aparentemente, una influencia notable de la estación sobre el crecimiento urbano desde principios de los años 1990 hasta la actualidad, ya que el descenso medio de la distancia media ha sido del 0,16% anual. Por último, la disgregación del núcleo urbano respecto de la estación, observada a través de la desviación típica, aumentó de manera muy notable a lo largo de la serie temporal.

Año	Distancia mínima (m)	Distancia máxima (m)	Distancia media (m)	Desviación típica (m)
1952	77,25	3452,01	1825,34	280,85
<i>Incremento 1952-1968</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>5,22%</i>	<i>95,81%</i>
1968	77,25	3452,01	1920,55	549,94
<i>Incremento 1968-1979</i>	<i>0%</i>	<i>3,20%</i>	<i>1,01%</i>	<i>7,94%</i>
1979	77,25	3562,64	1939,98	593,59
<i>Incremento 1979-1983</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0,57%</i>	<i>3,42%</i>
1983	77,25	3562,64	1951,06	613,90
<i>Incremento 1983-1991</i>	<i>0%</i>	<i>4,01%</i>	<i>1,58%</i>	<i>5,07%</i>
1991	77,25	3705,41	1981,85	645,04
<i>Incremento 1991-2002</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>-2,94%</i>	<i>-0,04%</i>
2002	77,25	3705,41	1923,63	644,75
<i>Incremento 2002-2011</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>-0,20%</i>	<i>1,50%</i>
2011	77,25	3705,41	1919,86	654,44

6.1.2.3. Análisis de *búffer* múltiple

En el último apartado de este análisis de la influencia del ferrocarril sobre el crecimiento urbano, se han estudiado las variaciones que han experimentado a lo largo del tiempo las superficies afectadas por las distintas áreas de influencia de las dos estaciones ferroviarias. Los datos se han analizado de manera individualizada para cada una de las dos estaciones.

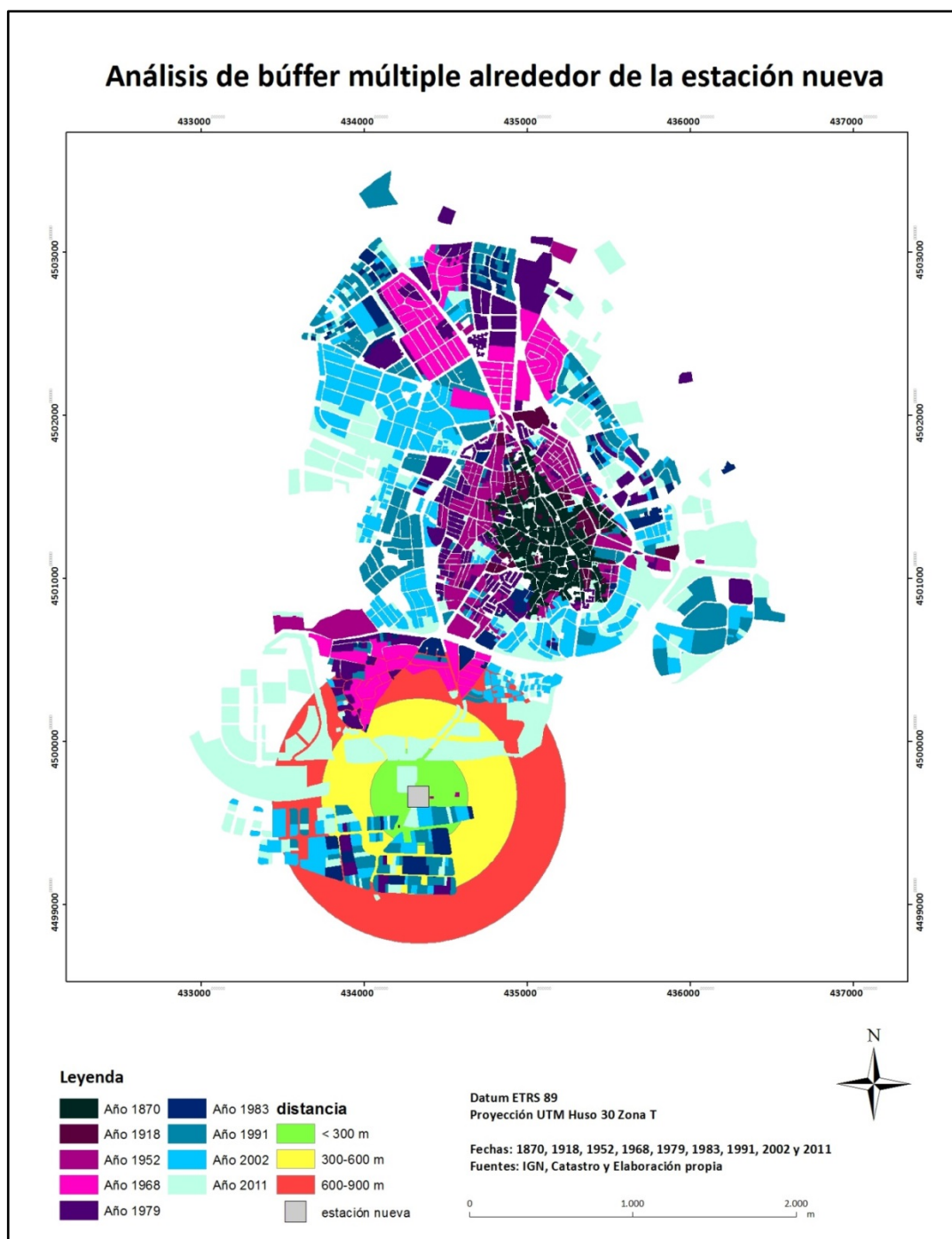
En primer lugar, se han observado los registros relativos a la estación antigua. Por un lado, la estación se construyó en un enclave relativamente cercano al núcleo, ya que más del 90% del área urbana se hallaba en una franja entre 300 y 900 metros de distancia, equivalente a tiempos entre 5 y 15 minutos caminando. Por otro lado, mientras la estación estuvo en servicio, ejerció, por una parte, un claro influjo sobre su área de influencia más inmediata, pero, por otra parte, no influyó sobre las zonas situadas a distancias medias, que fueron paulatinamente perdiendo peso específico a lo largo de toda la serie temporal en detrimento de aquellas zonas situadas más alejadas de la estación. Por último, el cierre definitivo del ferrocarril en 1955 supuso que éste dejara de influir, incluso, en su ámbito más próximo, hallándose al final del período más de dos terceras partes de la superficie urbanizada a más de 900 metros de distancia. Estos datos muestran que, aunque la estación de *La Maquinilla* se construyó a una distancia relativamente corta del núcleo primitivo, apenas tuvo influencia sobre el crecimiento urbano de Colmenar, a excepción de aquellas zonas situadas en su entorno más inmediato.



Año	0-300 m	300-600 m	600-900 m	más de 900 m	Total
1870 superficie de cada área de influencia	728 m ²	75.478 m ²	156.103 m ²	20.704 m ²	253.013 m ²
1870 proporción de superficie de cada área de influencia	0,29%	29,83%	61,70%	8,18%	100%
<i>Incremento de la proporción período completo (1870-1918)</i>	<i>851,72%</i>	<i>-4,86%</i>	<i>-21,91%</i>	<i>152,81%</i>	
<i>Incremento de la proporción promedio anual (1870-1918)</i>	<i>17,74%</i>	<i>-0,10%</i>	<i>-0,46%</i>	<i>3,18%</i>	
1918 superficie de cada área de influencia	9.773 m ²	100.362 m ²	170.362 m ²	73.121 m ²	353.618 m ²
1918 proporción de superficie de cada área de influencia	2,76%	28,38%	48,18%	20,68%	100%
<i>Incremento de la proporción período completo (1918-1952)</i>	<i>81,52%</i>	<i>-37,28%</i>	<i>-33,37%</i>	<i>118,04%</i>	
<i>Incremento de la proporción promedio anual (1918-1952)</i>	<i>2,40%</i>	<i>-1,10%</i>	<i>-0,98%</i>	<i>3,47%</i>	
1952 superficie de cada área de influencia	34.791 m ²	123.587 m ²	222.897 m ²	313.112 m ²	694.387 m ²
1952 proporción de superficie de cada área de influencia	5,01%	17,80%	32,10%	45,09%	100%
<i>Incremento de la proporción período completo (1952-1968)</i>	<i>-40,12%</i>	<i>-40,11%</i>	<i>-40,12%</i>	<i>48,86%</i>	
<i>Incremento de la proporción promedio anual (1952-1968)</i>	<i>-2,51%</i>	<i>-2,51%</i>	<i>-2,51%</i>	<i>3,05%</i>	
1968 superficie de cada área de influencia	34.791 m ²	123.587 m ²	222.897 m ²	778.215 m ²	1.159.490 m ²
1968 proporción de superficie de cada área de influencia	3,00%	10,66%	19,22%	67,12%	100%

En segundo lugar, se han analizado los datos relativos a la estación nueva. Por una parte, esta estación se construyó en una zona muy alejada del núcleo de población, ya que, al inicio de la serie temporal, toda la mancha urbana se hallaba a más de 900 metros. Sin embargo, su influjo se dejó notar de manera relevante a lo largo de toda la serie, pues la proporción del área urbana situada a más de 15 minutos decreció con mayor o menor intensidad en todos los períodos, representando al final sólo el 70% del total. Por otra parte, si se observan los datos de las áreas próximas con más detalle, se observan las siguientes tendencias: entre 1952 y 1968, cuando la nueva estación estaba ya construida, pero todavía no se había puesto en marcha el servicio ferroviario, los crecimientos fueron relevantes, y se dieron, fundamentalmente, en las áreas situadas entre 10 y 15 minutos a pie. Entre 1968 y 1991, los ritmos de crecimiento menguaron con respecto al período precedente, si bien todavía se registraron incrementos importantes en las áreas comprendidas entre 0 y 10 minutos. Entre 1991 y 2002, período en que el servicio ferroviario estuvo cerrado al tráfico, la proporción de la superficie situada a menos de 15 minutos a pie apenas experimentó crecimiento. Y, por último, en la etapa comprendida entre 2002 y 2011, período en que ha estado funcionando el servicio de Cercanías, los incrementos de la proporción de la superficie situada a menos de 900 metros han sido mayúsculos, teniendo lugar, sobre todo, en las franjas intermedias, entre 5 y 15 minutos. Estos datos muestran, por un lado, que, aunque la estación del ferrocarril de ancho ibérico se construyó en una zona muy alejada del núcleo urbano, ha ejercido una influencia notable sobre el crecimiento de Colmenar Viejo siempre que se ha prestado servicio ferroviario, tanto interprovincial, como de Cercanías. Ahora bien, por otro lado, expone que esta influencia ha sido mucho más intensa en el período en que el servicio ferroviario prestado ha sido el de Cercanías que en la época en que se prestaba un servicio de trenes interprovincial.

Año	0-300 m	300-600 m	600-900 m	más de 900 m	Total
1952 superficie de cada área de influencia	886 m ²	0 m ²	0 m ²	693.501 m ²	694.387 m ²
1952 proporción de superficie de cada área de influencia	0,13%	0,00%	0,00%	99,83%	100%
<i>Incremento de la proporción período completo (1952-1968)</i>	<i>-38,46%</i>	<i>∞</i>	<i>∞</i>	<i>-11,23%</i>	
<i>Incremento de la proporción promedio anual (1952-1968)</i>	<i>-2,40%</i>	<i>∞</i>	<i>∞</i>	<i>-0,70%</i>	
1968 superficie de cada área de influencia	886 m ²	6.653 m ²	124.425 m ²	1.027.526 m ²	1.159.490 m ²
1968 proporción de superficie de cada área de influencia	0,08%	0,57%	10,73%	88,62%	100%
<i>Incremento de la proporción período completo (1968-1979)</i>	<i>-25,00%</i>	<i>280,70%</i>	<i>-3,17%</i>	<i>-1,40%</i>	
<i>Incremento de la proporción promedio anual (1968-1979)</i>	<i>-2,27%</i>	<i>25,52%</i>	<i>-0,29%</i>	<i>-0,13%</i>	
1979 superficie de cada área de influencia	991 m ²	36.975 m ²	177.403 m ²	1.491.285 m ²	1.706.654 m ²
1979 proporción de superficie de cada área de influencia	0,06%	2,17%	10,39%	87,38%	100%
<i>Incremento de la proporción período completo (1979-1983)</i>	<i>1.533,33%</i>	<i>114,29%</i>	<i>7,99%</i>	<i>-4,85%</i>	
<i>Incremento de la proporción promedio anual (1979-1983)</i>	<i>383,25%</i>	<i>28,57%</i>	<i>2,00%</i>	<i>-1,21%</i>	
1983 superficie de cada área de influencia	18.891 m ²	89.674 m ²	216.383 m ²	1.602.742 m ²	1.927.690 m ²
1983 proporción de superficie de cada área de influencia	0,98%	4,65%	11,22%	83,14%	100%
<i>Incremento de la proporción período completo (1983-1991)</i>	<i>82,65%</i>	<i>35,70%</i>	<i>-11,59%</i>	<i>-1,41%</i>	
<i>Incremento de la proporción promedio anual (1983-1991)</i>	<i>10,33%</i>	<i>4,46%</i>	<i>-1,45%</i>	<i>-0,18%</i>	
1991 superficie de cada área de influencia	46.828 m ²	165.011 m ²	259.343 m ²	2.142.783 m ²	2.613.965 m ²
1991 proporción de superficie de cada área de influencia	1,79%	6,31%	9,92%	81,97%	100%
<i>Incremento de la proporción período completo (1991-2002)</i>	<i>27,37%</i>	<i>-2,69%</i>	<i>4,33%</i>	<i>-0,90%</i>	
<i>Incremento de la proporción promedio anual (1991-2002)</i>	<i>2,49%</i>	<i>-0,24%</i>	<i>0,39%</i>	<i>-0,08%</i>	
2002 superficie de cada área de influencia	79.070 m ²	212.595 m ²	358.489 m ²	2.812.881 m ²	3.463.035 m ²
2002 proporción de superficie de cada área de influencia	2,28%	6,14%	10,35%	81,23%	100%
<i>Incremento de la proporción período completo (2002-2011)</i>	<i>76,75%</i>	<i>79,64%</i>	<i>43,57%</i>	<i>-13,73%</i>	
<i>Incremento de la proporción promedio anual (2002-2011)</i>	<i>8,53%</i>	<i>8,85%</i>	<i>4,84%</i>	<i>-1,53%</i>	
2011 superficie de cada área de influencia	194.422 m ²	531.960 m ²	717.034 m ²	3.381.546 m ²	4.824.962 m ²
2011 proporción de superficie de cada área de influencia	4,03%	11,03%	14,86%	70,08%	100%



6.2. Variación del conjunto de las variables para cada uno de los períodos temporales

Este segundo epígrafe de los resultados tiene por objetivo presentar cómo han evolucionado el conjunto de las variables recién expuestas en cada uno de los períodos analizados a lo largo de este trabajo.

6.2.1. Período 1870-1918

En el período comprendido entre 1870 y 1918, la superficie del núcleo urbano de Colmenar Viejo registró un crecimiento total algo inferior al 40%, lo que representa menos de un 1% anual. Por su parte, la población creció en esta etapa algo más del 40% en todo el período, lo que significa una subida cercana al 1% anual. Esto comportó un leve incremento de la densidad de población, equivalente a un 0,03% anual, o un 1,5% total. Si se tienen en cuenta las observaciones practicadas en campo, se puede afirmar que, durante este período, el núcleo urbano de Colmenar Viejo se expandió siguiendo las mismas pautas experimentadas hasta entonces; es decir, por expansión del núcleo primitivo de calles estrechas y edificios de una sola planta. Estos datos concuerdan con lo mencionado en el epígrafe 2.2 de este proyecto, donde se exponía que, desde finales del siglo XIX hasta mitad del siglo XX, los núcleos urbanos de España con una población comprendida en un rango entre 5.000 y 15.000 habitantes, experimentaron crecimientos demográficos constantes, pero modestos.

Durante esta etapa, se abrió al tráfico la antigua estación tranviaria de *La Maquinilla*, sita al este del casco histórico, a menos de 900 metros de la mayor parte del área urbanizada entonces. El núcleo urbano experimentó dos tendencias durante este período: por un lado, se disgregó con respecto a la estación. Esto se puede observar, por una parte, en el fuerte incremento de la desviación típica de las distancias entre la estación y las parcelas urbanas, y, por otra parte, en el notable aumento de la proporción de superficie afectada por las áreas de influencia inferior a 300, y superior a 900 metros. Por otro lado, en líneas generales, el núcleo de población creció levemente en dirección contraria a la antigua estación. Esto se puede observar, por una parte, en que su *centro* geográfico se desplazó ligeramente hacia el norte-noroeste, y, por otro lado, en el suave aumento de la distancia media entre las parcelas y la estación.

6.2.2. Período 1918-1952

En la segunda etapa, que va desde 1918 hasta 1952, la superficie del núcleo urbano se duplicó en 34 años, lo que arroja incrementos anuales cercanos al 3%. Por su parte, la población creció algo menos de un tercio, lo que comporta aumentos anuales inferiores al 1%. Por consiguiente, la densidad de población menguó una tercera parte. Analizando con mayor detalle los estadísticos de las parcelas, se observa un notable aumento del número de parcelas y de la superficie media de éstas, lo cual arroja incrementos notables en la desviación típica. Esto nos lleva a inferir que, muy probablemente, el núcleo urbano se esponjó durante este período, al no crecer en altura, pero sí en superficie, por la aparición de zonas menos densas, como jardines y/o corrales.

Con respecto al ferrocarril, el núcleo de población registró dos tendencias durante este período: por un lado, se disgregó con respecto a la antigua estación tranviaria, al igual que ocurrió en la etapa precedente, ya que los estadísticos presentan las mismas pautas. Por otro lado, en líneas generales, el núcleo de población creció claramente en dirección contraria a la antigua estación. Esto se refleja, por una parte, en que su *centro* geográfico se desplazó notablemente hacia el oeste, y, por otro lado, en el fuerte incremento de la distancia media entre las parcelas y la estación.

6.2.3. Período 1952-1968

En el período comprendido entre 1952 y 1968, la extensión del núcleo urbano se incrementó en un 67%, o, lo que es lo mismo, registró aumentos superiores al 4% anual. Por otro lado, la población creció en torno al 45%, lo que significa incrementos anuales cercanos al 3%. Esto supuso una caída de la densidad de población superior al 13% en total, o, dicho de otro modo, cercana al 0,8% anual. Si se observan los datos parcelarios con mayor detalle, se advierte que el incremento anual del número de parcelas es similar a la etapa precedente. Sin embargo, la superficie media de las parcelas aumentó considerablemente con respecto al período anterior. Por consiguiente, si a este análisis se le suman los datos observados en campo, se puede interpretar que en este período volvió a registrarse una dilución de la trama urbana, sobre todo, por la aparición de una urbanización de chalets individuales al sur del núcleo de población.

Durante esta etapa, se cerró al tráfico la antigua estación ferroviaria de *La Maquinilla*, y se puso en servicio la nueva estación del ferrocarril directo de Burgos.

Con respecto a la estación antigua, el núcleo urbano registró un crecimiento contrario a su ubicación. Esto se refleja, por una parte, en un importante desplazamiento del *centro* geográfico hacia el noroeste; por otro lado, en un notable aumento de la distancia media entre la estación y las parcelas urbanas; y, por último, en un fuerte incremento de la proporción de superficie que no queda afectada por las áreas de influencia inferiores a 900 metros.

Con respecto a la estación nueva, el núcleo de población experimentó una curiosa tendencia: por un lado, registró un flujo de menor intensidad con crecimientos del núcleo hacia la estación. Esto se observa en un crecimiento muy elevado de las parcelas situadas a menos de 900 metros de la nueva estación. Esto se debió a la construcción de una nueva urbanización de chalets individuales al sur del núcleo de población, dirigida a segunda residencia de la creciente clase media madrileña. Por otro lado, tuvo lugar un flujo de mayor intensidad con crecimientos contrarios a la ubicación de la nueva estación; es decir, hacia el norte. Esto se refleja, por una parte, en un notable desplazamiento hacia el norte-noroeste del *centro* geográfico; por otra parte, en un ligero aumento de la distancia media de las parcelas con respecto a la nueva estación. Esto se debió a la construcción de bloques en altura al norte del casco urbano. Esta tendencia de crecimiento combinado tanto hacia el norte como hacia el sur se refleja en un aumento de la excentricidad (relación entre los semiejes mayor y menor) de la elipse de la distribución direccional en favor del eje norte-sur.

6.2.4. Período 1968-1979

En la etapa 1968-1979, el núcleo urbano registró incrementos superficiales totales cercanos al 50%, o superiores al 4% anual. Por su parte, el aumento de población superó el 60% total, o 5% anual. Esto implicó un aumento de la densidad de población cercano al 10% total, o 1% anual. Si se observan los datos pormenorizados de las parcelas, se detecta que el incremento del número de fincas es superior al aumento de la superficie media de éstas. Si se complementa esta estadística con los datos de campo, se entiende que, durante esta etapa, se registró un crecimiento de la densidad de población porque hubo un importante crecimiento en altura mediante la construcción de bloques altos de viviendas con pocos jardines y zonas de esparcimiento, que estaban desvinculados en muchos casos del núcleo urbano existente hasta entonces. Esto entronca con lo mencionado en el epígrafe 2.2 de este trabajo, donde se exponía que, durante los años 1960 y primeros 1970, durante la expansión desarrollista en España, las fuertes migraciones campo-ciudad y las políticas dominantes en la época llevaron a ocupar zonas de la periferia de Madrid en espacios sin equipar, buscando las zonas más baratas posibles, y dejando amplias bolsas de vacío urbano. Claramente, este proceso afectó a Colmenar Viejo, como queda reflejado con el análisis practicado.

Por otro lado, el núcleo urbano experimentó la misma tendencia que en la etapa precedente con respecto a la nueva estación en la que se prestaban servicios ferroviarios interprovinciales: por una parte, las medidas de tendencia central y la distancia media entre las parcelas y la estación arrojan un leve crecimiento hacia el norte; es decir, contrario al ferrocarril. Sin embargo, simultáneamente se observa que la proporción de superficie afectada por las áreas de influencia de la estación fue cada vez mayor durante este período. Esto se puede explicar nuevamente mediante la distribución direccional, donde la excentricidad volvió a crecer respecto a la etapa precedente en favor del eje norte-sur.

6.2.5. Período 1979-1983

En el período 1979-1983, la superficie del área urbanizada de Colmenar Viejo experimentó incrementos superiores al 3% anual. Simultáneamente, el incremento de la población fue algo inferior al 3%, lo cual supuso un decremento de la densidad de población superior al 0,6% anual. Esto se debió a una mayor construcción que en la etapa precedente de urbanizaciones de chalets y bloques de pocas alturas rodeados de jardines, cuya tendencia se extendió también al período inmediatamente posterior, como veremos a continuación.

El núcleo urbano registró de nuevo el efecto de las etapas precedentes: la excentricidad de la elipse de la distribución direccional volvió a aumentar en favor del eje norte-sur. Esto implicó que algunos estadísticos se reflejen en sentido contrario a la nueva estación ferroviaria, como la distancia media entre la estación y las parcelas urbanas, pero, en cambio, otros datos aparezcan en sentido positivo hacia el ferrocarril interprovincial, como las medidas de tendencia central -donde el *centro* sufrió un ligero desplazamiento hacia el sur-, o el aumento de la proporción de superficie afectada por las áreas de influencia de la estación.

6.2.6. Período 1983-1991

En el período 1983-1991, la superficie construida registró incrementos anuales cercanos al 4,5%. Por otro lado, la población creció sólo por encima del 1%, concordando con lo reflejado en el epígrafe 2.2. del trabajo, donde se exponía que la crisis económica de principios de los años 1980 frenó el crecimiento demográfico de las grandes áreas metropolitanas españolas, incluido Madrid. La suma de ambos factores comportó incrementos negativos muy acusados de la densidad de población. Si se combinan los estadísticos pormenorizados de las parcelas y los datos obtenidos en campo, se puede afirmar que, durante este período, el crecimiento de chalets, tanto individuales como pareados y adosados, fue muy relevante, lo cual explica estos decrementos de la densidad de población.

Nuevamente, el crecimiento a lo largo del eje norte-sur fue mayor que en sentido este-oeste. Este dato permite entender por qué mientras la distancia media entre la estación y las parcelas aumentaba, simultáneamente se registraba un desplazamiento del *centro* geográfico del área urbana hacia la estación, y un aumento de la proporción del suelo afectado por las áreas de influencia del ferrocarril, que en esta época prestaba todavía servicios interprovinciales.

6.2.7. Período 1991-2002

En el período 1991-2002, la superficie total construida creció un tercio, mientras la población aumentaba un medio. Por tanto, durante esta etapa se registró un aumento considerable de la densidad de población. Esto se vincula con un aumento de la construcción de bloques de varias plantas durante este período en relación a la etapa precedente.

En cuanto a la influencia que ejerció el ferrocarril sobre el crecimiento urbano, se observan nuevamente pautas que deben ser matizadas por ser poco claras. Por un lado, la proporción de superficie urbanizada afectada por las áreas de influencia de la estación permaneció prácticamente constante. Por otro, sin embargo, las medidas centrales reflejan un leve desplazamiento hacia la estación. Esto se relaciona con que el servicio ferroviario permaneció clausurado en esta época. Esto influyó, además, en que la expansión del núcleo urbano se registrara en sentido este-oeste con mayor vigor que en la etapa precedente, lo cual se observa en un decremento de la excentricidad de la elipse de la distribución direccional.

6.2.8. Período 2002-2011

En la última etapa, comprendida entre los años 2002 y 2011, se observaron crecimientos de la superficie urbana cercanos al 4,5% anual, vinculados al *boom* inmobiliario. Simultáneamente, se registraron aumentos de la población de sólo el 3% anual. Esto comportó un descenso de la densidad de población cercano al 1% anual, vinculado a la proliferación de chalets y zonas dispersas. Esto concuerda con las pautas generales de crecimiento en España mencionadas en el epígrafe 2.2 de este trabajo, donde se exponía que en el período comprendido entre mitad de los años 1990 y el comienzo de la actual crisis inmobiliaria, se registró un crecimiento urbano extensivo de baja intensidad, con la proliferación de abundantes zonas de chalets.

Por su parte, la influencia del ferrocarril sobre el crecimiento urbano en esta etapa fue clara y muy importante en todas las estadísticas. Por un lado, se registró un desplazamiento hacia el sur del *centro* geográfico. Por otro lado, la distancia media entre la estación y las parcelas urbanas disminuyó. Por último, la proporción de la superficie afectada por las zonas de influencia de la estación inferiores a 15 minutos a pie aumentó en todas las bandas. Esta notable influencia del ferrocarril sobre el crecimiento de la mancha urbana en esta época está relacionada con la puesta en servicio del nuevo Cercanías, y la inclusión de Colmenar en el servicio ferroviario metropolitano.

7. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

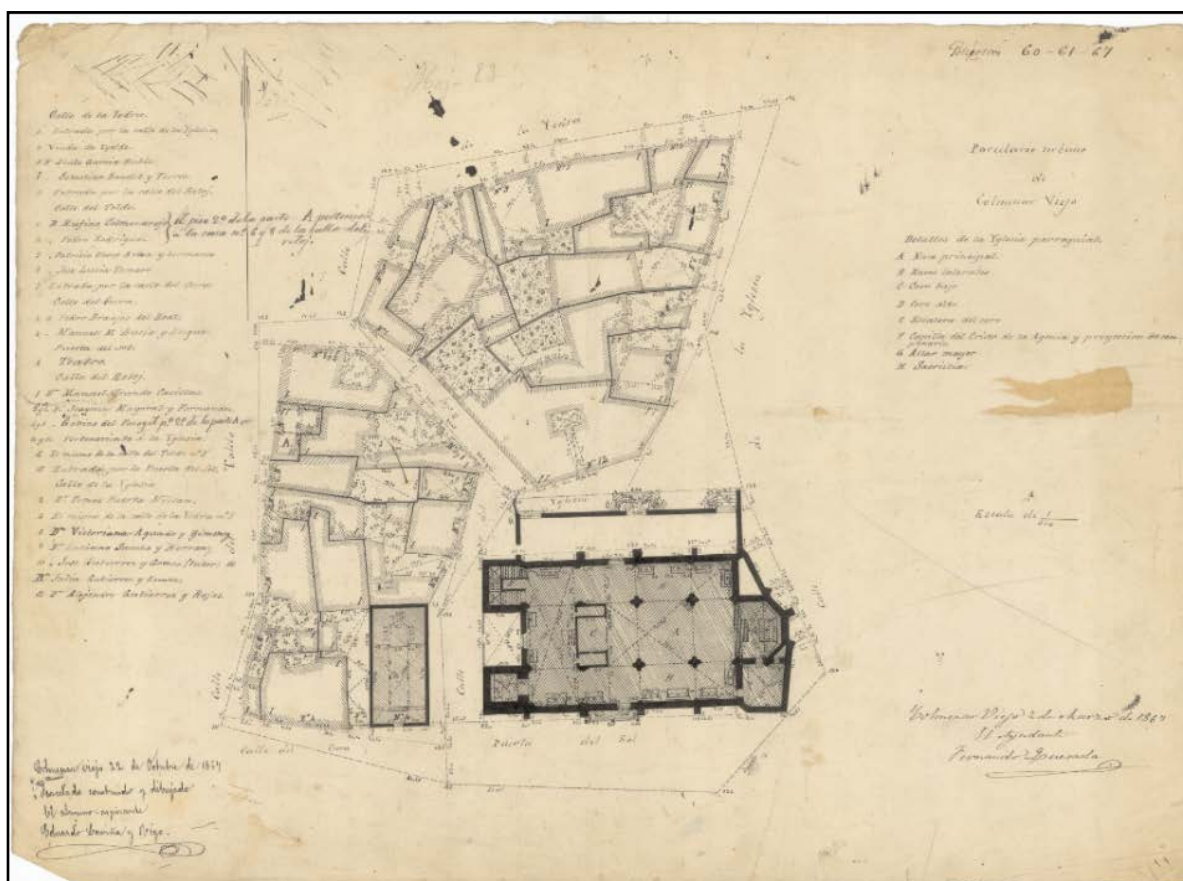
En este epígrafe del trabajo se han planteado algunos temas que deben ser investigados, ampliados y complementados en una futura Tesis Doctoral que se prevé elaborar en los próximos años.

En primer lugar, en este proyecto se han dejado al margen del estudio las urbanizaciones situadas en el extremo oriental del municipio y el núcleo de Tres Cantos. Sin embargo, si se quiere realizar un estudio exhaustivo de todo el término histórico de Colmenar Viejo, convendría incluir estas zonas en el análisis.

En segundo lugar, en este trabajo se ha estudiado la zona urbanizada en su conjunto. Sin embargo, dentro de ésta, convendría diferenciar los usos del suelo, según se trate de residencial (bloque manzana abierta, bloque manzana cerrada, unifamiliar individual, individual pareado, individual adosado...), equipamientos (deportivos, culturales, sanitarios, educativos, parques...) comercial, industrial, etc.

En tercer lugar, sería interesante analizar cómo afectaría al núcleo urbano de Colmenar Viejo la futura extensión del servicio de Cercanías hasta Soto del Real conforme al Plan de Infraestructuras Ferroviarias de Cercanías para Madrid 2009-2015. De esta manera, se podría entroncar este trabajo con el realizado por Ramos para su Trabajo de Fin de Máster (Ramos García, 2012).

En cuarto lugar, toda la cartografía que se ha empleado y generado en este trabajo ha tenido un carácter bidimensional. Sin embargo, la Topografía Catastral de España del período 1860-1870 empleada parcialmente en este proyecto, incluye, además de las mencionadas Hojas de Conjunto, Hojas Kilométricas y planos de población, otros documentos de detalle. Por una parte, las minutas del parcelario urbano, que incluyen 80 polígonos, en las que aparece el trazado gráfico de uno o varios polígonos del núcleo urbano con la parcelación y el nombre del propietario.



Minuta del parcelario urbano de la Topografía Catastral de España correspondiente a los polígonos 60, 61 y 67

Por otra parte, las cédulas catastrales de propiedad de la zona urbana. En ellas quedan recogidos los siguientes datos:

- número de la parcela
- nombre de la calle y número de la finca
- datos personales del propietario

- croquis gráfico: perfil de la propia parcela y linderos con las fincas limítrofes
- superficie de la parcela:
 - superficie total
 - datos parciales relacionados con la parte edificada en la planta baja; los cobertizos y los patios; y los corrales o huertos
 - datos parciales de los diferentes pisos en caso de que el edificio disponga de varias plantas

Carrilejo 12

TOPOGRAFÍA CATASTRAL DE ESPAÑA. 01035306

PROVINCIA, Madrid AYUNTAMIENTO, Colmenar Viejo
 Partido judicial, Colmenar Viejo Término, Colmenar Viejo

CÉDULA CATASTRAL—NÚMERO 767

Nombre del barrio. Carrilejo Nombre de la calle. Calle de la Cruz de S. Juan Nombre del edificio.

Número de la manzana. 12 Número del edificio.

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. ... NÚMERO DE VIVIENDAS. ... DESTINO DEL EDIFICIO.

NOMBRE DEL PROPIETARIO
Beltrán López

NATURALEZA.	EDAD.	ESTADO.	PROFESIÓN.	VECINDAD.
Lugar	años			Lugar
Previsión				Previsión

SUPERFICIE

de la parte edificada en la planta baja	de los cobertizos.	de los patios, corrales o huertos.	Total de la planta de la parcela.
...

SUPERFICIE DE LOS PISOS.

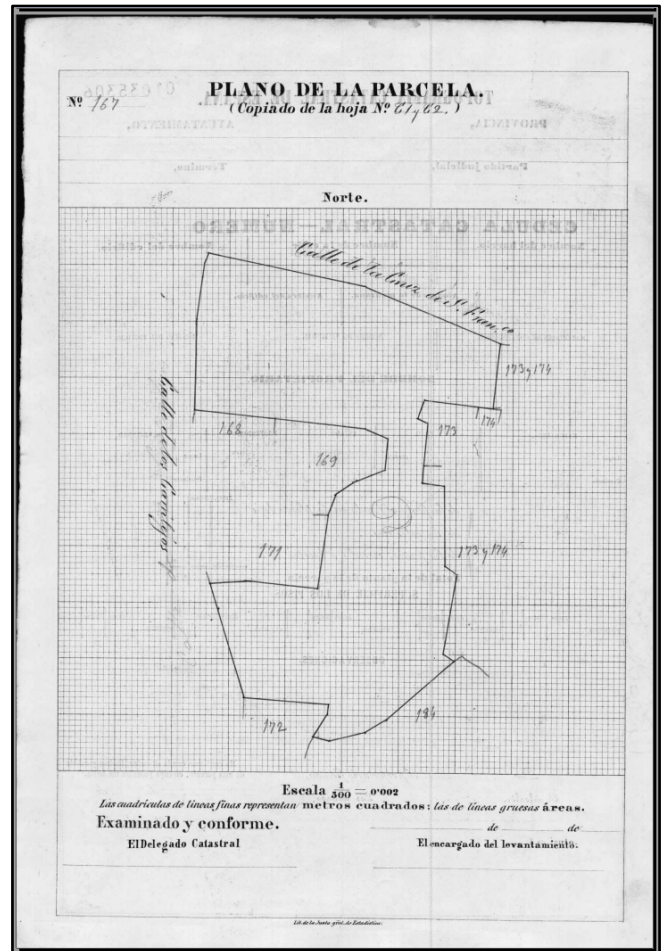
PRIMERO.	SEGUNDO.	TERCERO.	CUARTO.	QUINTO.
...

OBSERVACIONES.

Por el propietario/serán, Me conforme con la situación, límites y cabida de esta parcela, en cuya posición me hallo.

El alante, Los testigos, de de

El propietario,



Cédula catastral de zona urbana de la Topografía Catastral de España

Mediante un elaborado proceso de análisis de toda esta documentación, se podría generar una cartografía tridimensional que incluyera, por un lado, la altura de las diferentes parcelas urbanas, y, por otro lado, la proporción de la superficie total de la finca que estaba construida en aquella época.

Por último, en este trabajo se han expuesto y analizado las pautas de comportamiento que ha experimentado el crecimiento urbano de Colmenar Viejo en el pasado. Sin embargo, a partir de lo observado hasta ahora, convendría modelizar lo que podría ocurrir en el futuro. Para ello, se podrían emplear autómatas celulares. Esta herramienta permite simular procesos espacio-temporales basados en las autocorrelaciones y las interacciones espaciales que experimentan los elementos más próximos. Para ello, se deben determinar los factores que describen las variaciones en el pasado de un determinado proceso, como el crecimiento urbano, con el fin de incluirlas en el modelo de predicción de los comportamientos futuros (Gutiérrez Puebla, 2010). Para realizar este trabajo, se podría tomar como modelo la metodología empleada por Aguilera para el estudio del Área Metropolitana de Granada (Aguilera Benavente, 2006).

8. CONCLUSIONES

Los métodos para elaborar cartografía han variado a lo largo del tiempo. Hasta mediados del siglo XX, se empleaba la topografía clásica. En torno a esa fecha, comenzó a usarse la fotogrametría. En los años 1970 apareció la teledetección. Y a finales de los 1980 se generalizó el uso de GIS para gestionar y manipular toda esa información. La cartografía necesita, respectivamente, de la geodesia y la cartografía matemática para representar la Tierra en un plano tras los procesos de reducción y proyección. Y el territorio representado dispone de abundante información, que puede ser estudiada y analizada mediante la estadística. En este trabajo se han empleado todas estas técnicas en función de la época estudiada. Además, se han seguido diferentes herramientas y metodologías TIG, empleando capas que recogen información del territorio tanto en formato vectorial como en píxeles ráster, que han aportado una rica información visual.

Se han dado a conocer algunos trabajos históricos de la Comisión de Estadística General del Reino y sus organismos sucesores, especialmente del IGN. Estos documentos se han empleado en un estudio de crecimiento urbano que analiza un período que abarca hasta la actualidad, lo cual puede considerarse innovador.

Se ha llevado a cabo una notable revisión bibliográfica sobre el ámbito de estudio desde diversas disciplinas. Asimismo, se ha reflejado el carácter multidisciplinar del tema, destacando, especialmente, las imbricaciones existentes entre la Ingeniería Cartográfica, la Geografía, la Arquitectura y la Ingeniería Civil.

El crecimiento urbano de Colmenar Viejo ha sido constante, ha registrado aumentos exponenciales, y ha seguido, en general, las mismas pautas que el desarrollo observado en otros municipios españoles afectados por procesos metropolitanos.

Sobre dicho crecimiento, el ferrocarril ha ejercido una influencia desigual. Por una parte, el tranvía que operó durante los años 1911-1955, cuya estación fue construida a una distancia relativamente corta del núcleo urbano, apenas influyó en su desarrollo posterior, excepto en su área de influencia más inmediata. Por otra parte, el ferrocarril de ancho ibérico, que comenzó a operar en 1968 mediante servicios interprovinciales a través de una nueva estación construida muy lejos del núcleo urbano, tuvo una influencia respetable en su desarrollo ulterior, especialmente durante las primeras décadas de servicio. Por último, la misma estación de este ferrocarril de ancho ibérico, pero operado por servicios de Cercanías, ha influido muy notablemente en el crecimiento de Colmenar desde su inauguración en el año 2002. Por tanto, tal y como se planteaba en la hipótesis inicial de investigación, con el ejemplo de Colmenar Viejo se observa que el ferrocarril ha sido, en general, un factor relevante en el desarrollo de los núcleos urbanos desde su invención. Sin embargo, dependiendo de las características del servicio ofrecido, la influencia del ferrocarril sobre el crecimiento de las urbes ha sido dispar.

Se ha ofrecido una primera aproximación al objeto de estudio, que deberá ser profundizado y ampliado en una futura Tesis Doctoral, en la que, además, se deberán tener en cuenta las posibles líneas de investigación planteadas al final del trabajo.

Se ha estudiado la evolución en el pasado (tendencias y procesos espacio-temporales), como base para plantear algunas pautas del crecimiento urbano futuro (planificación).

9. REFERENCIAS

- Aguilera Benavente, F. (2006): "Predicción del crecimiento urbano mediante sistemas de información geográfica y modelos basados en autómatas celulares." *GeoFocus* (Artículos), número 6, pp. 81-112
- Asenjo Villar, J. C., San Antonio, C., García, R. (2011): "Methodology for the metric restoration of the historical cartography applied to Francisco Coello's cartographic series of the Royal Site of Aranjuez". *Universidad Politécnica de Madrid, Proceedings of the IMProVe2011, International conference on Innovative Methods in Product Design*, Venecia, junio 2011
- Barreiro Pereira, P. (1991): "Casas Baratas. La vivienda social en Madrid 1900-1939". *Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid*
- Besteiro, J. coord. (1939): "Plan Regional de Madrid". *Ministerio de Obras Públicas. Comité de Reforma, Reconstrucción y Saneamiento de Madrid*. 1939
- Bidagor Lasarte, P. coord. (1943): "Plan General de Ordenación de Madrid". *Ministerio de la Gobernación. Junta de Reconstrucción de Madrid*. 28 de marzo de 1943 (Plan Bidagor 1941-1946)
- Camarero Bullón, C. (2007): "Antecedentes en el siglo XVIII de las tareas acometidas por la Comisión de Estadística General del Reino (1856-1870)". *Jornadas Científicas: 150 Aniversario de la creación de la Comisión de Estadística General del Reino*, Instituto Nacional de Estadística, pp. 141-192
- Chuvienco Salinero, E. (2002/2006): "Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio". *Editorial Ariel Ciencia*. Barcelona
- Dematteis, G. (1998): "Suburbanización y periurbanización: ciudades anglosajonas y ciudades latinas". *La ciudad dispersa: suburbanización y nuevas periferias*, F. J. Monclús (Ed). *Centro de Cultura Contemporánea*. Barcelona, pp. 5-15
- Egea Reche, M. (2002): "Tres Cantos en el contexto de las Nuevas Ciudades: de ACTUR a municipio independiente (1971-1991)". *Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Facultad de Ciencias Políticas y Sociología*. Madrid
- Esteve García, J. P., Bravo Fernández, A. (2007): "El ferrocarril en Madrid". *Ediciones La Librería*. Madrid
- Gaja i Diaz, F. (2004): "Evidencias e hipótesis: sobre la forma de la ciudad informacional". *Ciudad y territorio, Estudios territoriales*, 141-142, pp. 507-516
- García Pérez, M. C. coord. (2002): *Guía Básica de Arquitectura de Madrid*. *Comisión de Patrimonio Arquitectónico y Urbanístico del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid*
- Gavira Golpe, C. (1999): "Las redes de la capital en la capital de redes". *Madrid 1979-1999, la transformación de la ciudad en veinte años de ayuntamientos democráticos*, *Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Madrid*. Madrid, pp. 70-94
- Gili Ruiz, R. (2001a): "Ciudad y territorio". *Madrid, Atlas Histórico de la Ciudad 1850-1939*. *Fundación Caja Madrid y Lunwerg Editores S.A.*, pp. 26-45
- Gili Ruiz, R. (2001b): "El transporte y la articulación del espacio urbano". *Madrid, Atlas Histórico de la Ciudad 1850-1939*. *Fundación Caja Madrid y Lunwerg Editores S.A.*, pp. 248-263
- González Esteban, C. (2001): "Madrid: sinopsis de su evolución urbana". *Ediciones La Librería*. Madrid
- González Matesanz, F. J. (2007): "Aportaciones al estudio de los modelos de distorsión para el cambio de datum entre ED50 y ETRS89". *Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá. Departamento de Matemáticas*
- Gutiérrez Puebla, J., Cristóbal Pinto, C., Gómez Cerdá, G. (2000): "Accesibilidad peatonal a la red de metro de Madrid: efectos del Plan de Ampliación 1995-99". *Anales de Geografía*, 20, pp. 451-464
- Gutiérrez Puebla, J. (2010): "Las tecnologías de la información geográfica en la planificación urbana y la ordenación del territorio: viejos retos, nuevas direcciones". *Ciudad y Territorio, Estudios Territoriales*. vol. XLII, nº 165-166, otoño-invierno 2010
- Humanes Bustamante, A. (1986): "La arquitectura prometida de una capital sin fortuna". *Madrid no construido, imágenes arquitectónicas de la ciudad prometida*. *Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid*, pp. 11-41
- Martín Asín, F. (1983): "Geodesia y Cartografía Matemática". *Instituto Geográfico Nacional*. Madrid
- Mena Berrios, J. B. (2008): "Geodesia Superior". *Instituto Geográfico Nacional – Centro Nacional de Información Geográfica*. Madrid
- Moya González, L. (1981): "El programa de acciones inmediatas de tres municipios del Área Metropolitana de Madrid. P.A.I. Norte: Alcobendas, Colmenar Viejo y San Sebastián de los Reyes". *Ciudad y Territorio*, pp. 37-45. ISSN 0210-0487
- Muro Morales, J. I. (2007): "Las realizaciones catastrales de la Junta General de Estadística". *Jornadas Científicas: 150 Aniversario de la creación de la Comisión de Estadística General del Reino*, Instituto Nacional de Estadística, pp. 305-334
- Nadal Piqué, F. (2007): "El proyecto catastral de Francisco Coello". *Jornadas Científicas: 150 Aniversario de la creación de la Comisión de Estadística General del Reino*, Instituto Nacional de Estadística, pp. 287-304

- Otero Carvajal, L. E. (2005): "Las ciudades en la España de la Restauración, 1868-1939". España entre Repúblicas, 1868-1939. VII Jornadas de Investigación de Castilla-La Mancha sobre investigación en Archivos, pp. 1-44
- Pérez González, M. E., García Rodríguez, M. P. (2013): "Aplicaciones de la teledetección en degradación de suelos". Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 61, pp. 285-308
- Ramos García, E. (2012): "Accesibilidad de la red actual de Cercanías de Madrid y la incidencia en la misma del Plan de Infraestructuras Ferroviarias de Cercanías para Madrid (2009-2015)". Trabajo de Fin de Máster. Máster en Tecnologías de la Información Geográfica. Universidad Complutense de Madrid
- Ruiz Sánchez, J. (1999): "La transformación de la infraestructura de transporte". Madrid 1979-1999, la transformación de la ciudad en veinte años de ayuntamientos democráticos. Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Madrid. Madrid, pp. 97-130
- Sambricio R Echegaray, C., Lopezosa Aparicio, C. (2002): "Cartografía Histórica. Madrid Región Capital". Comunidad de Madrid - Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes
- Santos Preciado, J. M., García Lázaro, F. J. (2012): "La vivienda unifamiliar, fenómeno característico de la ciudad dispersa: contrastes sectoriales en la aglomeración urbana de Madrid". Anales de Geografía, 32-1, pp. 153-179
- Sastre Domingo, J., Yuste Galán, A. (2004): "La memoria en los Archivos del Instituto Geográfico Nacional". Artículo presentado en el VIII Congreso Nacional de Topografía y Cartografía Topcart 2004
- Sastre Domingo, J. (2005): "Hojas Kilométricas. Catastro inacabado de Madrid. Imágenes del pasado con todo el futuro por delante". IGN-CNIG. Madrid
- Sastre Domingo, J. (2007): "Fondos documentales para la historia del Instituto Geográfico Nacional (España)". IGN-CNIG. Madrid
- Serrano Cambroner, M. M. (2001): "Infraestructuras de transporte y desarrollo urbano: aproximación metodológica por medio de teledetección". Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Geografía. Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física
- Serrano Cambroner, M. M. (2002): "Influencia de las carreteras en el desarrollo urbano de la Comunidad de Madrid en el período 1987-1997". Anales de Geografía de la Universidad Complutense. vol. extraordinario (2002), pp. 459-469
- Serrano Rodríguez, A. (2005): "La problemática supramunicipal del modelo territorial del siglo XXI: áreas metropolitanas y regiones funcionales urbanas". Territorio y desarrollo local, marzo 2005, pp. 11-16
- Terán Troyano, F. (1996): "Historia urbana moderna en España: recuento y acopio de materiales". Ayer, 23, pp. 87-107
- Tomé Fernández, S. (2002): "Los estudios de geografía urbana histórica en España. Balance y estado de la cuestión". Historia Contemporánea. Universidad del País Vasco, 24, pp. 83-97
- Urteaga González, L. (2007): "La Escuela del Catastro". Jornadas Científicas: 150 Aniversario de la creación de la Comisión de Estadística General del Reino, Instituto Nacional de Estadística, pp. 267-286
- Valera Lozano, A., Añó Vidal, C., Sánchez Díaz, J. (2011): "Cincuenta años (1956-2006) de crecimiento urbano y degradación de suelos por sellado antropogénico en el término municipal de Valencia". Anales de Geografía, 2011, vol. 31, núm. 2, pp. 177-191

